

Univerzita Karlova
Pedagogická fakulta

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2017

Šárka Šubová

Univerzita Karlova
Pedagogická fakulta
Katedra chemie a didaktiky chemie

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Senzorická analýza jako námět pro laboratorní cvičení

Sensory Analysis as a Theme for Laboratory Practise

Šárka Šubová

Vedoucí práce: PhDr. Martin Rusek, Ph. D.

Studijní program: Specializace v pedagogice (B7507)

Studijní obor: B CH-VZ (7504R009, 7507R031)

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „Senzorická analýza jako námět pro laboratorní cvičení“ vypracovala pod vedením vedoucího práce samostatně za použití v práci uvedených pramenů a literatury. Dále prohlašuji, že tato práce nebyla využita k získání jiného nebo stejného titulu.

Praha, 19. 4. 2017

.....

Podpis

Poděkování

Ráda bych zde poděkovala vedoucímu bakalářské práce PhDr. Martinu Ruskovi, Ph.D., za jeho cenné rady a čas, který mi věnoval nejen při řešení dané problematiky.

ABSTRAKT:

V teoretické části práci je popsána senzorická analýza jako vědní obor, její základní metody, principy a zásady. Zabývá se i oblíbeností chemie mezi žáky a pozicí experimentu v hodinách chemie, dále sladkou chutí, nejdůležitějšími sacharidy a dalšími sladkými látkami. Další zkoumaná chuť je hořká a látky hořké chuti. Praktická část je zaměřena na představení navrhnutých cvičení týkajících se senzorické analýzy. Jsou zde vystiženy konkrétní postupy a návrhy propojení cvičení s dalšími tématy. Cvičení se týkají zkoumaných chutí blíže rozpracovaných v teoretické části práce. Aktivita jsou voleny tak, aby u žáků docházelo k rozvoji přírodovědného myšlení jako základního předpokladu jejich schopnosti bádát. Mimo tato cvičení práce rovněž obsahuje návrh komplexního edukačního experimentu využívajícího Coca-Colou. Experiment staví na principech senzorické analýzy a propojuje ji se základními operacemi v chemické laboratoři.

KLÍČOVÁ SLOVA:

Senzorická analýza, sladká, hořká, Coca-Cola

ABSTRACT:

The theoretical part describes sensory analysis as a science discipline, its methods and principles. It also deals with popularity of chemistry among pupils and position of experiment in chemistry lessons. Further it deals with sweet taste, most important saccharides and other sweet substances. Next examined taste is bitter and bitter substances. The practical part is focused on presentation of the proposed exercises related to sensory analysis. This part is focusing on the explanation of specific procedures and proposals of linking exercises with other topics. Laboratory practise is related to examine tastes in theoretical part. The activities are chosen for the purpose of development of scientific thinking of pupils as a basic ability to do a research. Besides this activities there is also a complex educational experiment using Coca-Cola. The experiment is based on principles of sensory analysis and connects it with basic chemical laboratory operations.

KEYWORDS:

Sensory analysis, bitter, sweet, Coca-Cola

1	Úvod.....	1
2	Teoretická východiska.....	2
2.1	Faktory ovlivňující oblíbenost chemie	2
2.1.1	Dotazy.....	2
2.1.2	Obtížnost.....	2
2.1.3	Gender	3
2.1.4	Navštěvovaný ročník	3
2.1.5	Pokusy a pomůcky.....	3
2.1.6	Další oblíbené předměty	4
2.2	Přírodovědná gramotnost.....	4
2.3	Důležitost experimentu ve výuce přírodovědných předmětů, problémy a nástrahy.....	5
2.3.1	Nedostatek edukačních chemických experimentů výraznější v současnosti.....	5
2.3.2	Některé příčiny nedostatku chemických edukačních experimentů	6
2.4	Senzorická analýza	7
2.4.1	Definice	8
2.4.2	Metody senzorické analýzy	8
2.4.3	Příprava vzorku k hodnocení.....	10
2.4.4	Postup při hodnocení vzorku	11
2.4.5	Zásady při hodnocení vzorku	11
2.5	Smysly a jejich využitelnost nejen při senzorické analýze.....	12
2.6	Chuť	12
2.6.1	Anatomie	13
2.6.2	Slaná	13
2.6.3	Kyselá.....	13
2.6.4	Hořká	14
2.6.5	Sladká	17
2.6.6	Další látky sladké chuti	21

2.6.7	Některé další rozpoznávané chutě	22
3	Senzorická analýza jako školní edukační experiment.....	24
3.1	Sladká chuť	24
3.1.1	Rozpoznání koncentrace – seřazení podle sladkosti	24
3.1.2	Porovnání sladkosti sacharosy a fruktosy.....	26
3.1.3	Rozdílová zkouška – sacharin a cukr	28
3.1.4	Hranice rozpoznání sladké chuti.....	29
3.1.5	Hodnocení rozdílu intenzity chuti pomocí párové zkoušky (Ježek, 2014).....	31
3.2	Hořká chuť	32
3.2.1	Hodnocení dvou typů čedaru	33
3.2.2	Prahová koncentrace hořké chuti.....	34
3.2.3	Vnímání fenylthiokarbamidu.....	35
3.3	Faktory ovlivňující vnímání chuti.....	35
3.3.1	Barva.....	36
3.3.2	Který barevný nápoj je sladší?.....	36
3.3.3	Teplota	37
3.3.4	Jak teplota ovlivňuje vnímání chutí.....	38
3.4	Coca-Cola	39
3.4.1	Vybrané chemicky významné pokusy s Coca-Colou	39
3.4.2	Příklad komplexního edukačního experimentu se senzorickou tematikou	41
4	Diskuse.....	46
5	Závěr.....	47
6	Použitá literatura	1
7	Přílohy	9

1 Úvod

Zvoleným tématem bakalářské práce je senzorická analýza jako námět pro laboratorní cvičení. Důvodem výběru tohoto tématu je propojení obou mých studovaných oborů - chemie a výchovy ke zdraví, jejichž sloučení umožňuje zabývat se širokou škálou témat. Během studia jsem se setkala s různými názory na zapojování experimentů, laboratorních cvičení nebo podobných aktivit do výuky, já ale věřím tomu, že by se zapojovat měly.

Senzorická analýza je v poslední době rozvíjející se obor, jehož aktuálnost ukazují odborné články, předměty vysokých škol a mnoho dalšího. Vzhledem k rozsahu této práce se zaměřuji převážně na chuť a to konkrétněji sladkou a hořkou. Žáci zkoumají své vlastní vnímání chutě, jejich rozsah a citlivost. Domnívám se, že to může vést k většímu zájmu o výuku chemie ze strany žáků. Nadto sledováním určitého postupu práce, vedením záznamu, tvorbou a vyhodnocováním hypotéz žáci získávají kompetence experimentovat/pracovat v laboratoři (prvky pracovních klíčových kompetencí).

Možnosti propojení senzorické analýzy s výukou chemie jsou naznačeny v praktické části práce. V ní jsou uvedeny příklady cvičení se senzorickým zaměřením, které budou žáci sami připravovat. Každé ze cvičení napomáhá k rozvoji důležitých témat týkajících se chemie nebo výchovy ke zdraví.

Cílem této bakalářské práce je vést žáky k samostatnému přemýšlení, nacházení vhodných postupů a vytváření vlastních závěrů pomocí vhodně formulovaných dotazů díky tématice senzorické analýzy.

Shrnutím naznačených postupů je pak v závěru zařazený komplexní edukační experiment, uplatňující senzorickou analýzu s využitím Coca-Coly, během kterého žáci sami vymýšlejí postupy laboratorního cvičení.

2 Teoretická východiska

V této části jsou představena hlavní teoretická východiska, na kterých tato práce staví.

2.1 Faktory ovlivňující oblíbenost chemie

Existuje mnoho faktorů, které ovlivňují, jestli je chemie oblíbená, v následující části práce budou některé z nich představeny.

2.1.1 Dotazy

Žáci nemají dostatečný prostor na to, aby kladli otázky ve vyučování. Nemohou tak prohlubovat své znalosti a dozvědět se to, co je zajímavé. Učitelé často sdělují informace, které sami pokládají za důležité a zajímavé, aniž by znali názor žáků. V některých případech nejde jen o nedostatek příležitostí zeptat se, ale může jít o špatnou zkušenost s dotazem, v případě, kdy nedostali odpověď, kterou chtěli nebo byl jejich zájem dokonce brán jako důkaz nevědomosti. Mezi možnostmi klást dotazy a zájmem o chemii tedy existuje významný vztah (Veselský & Hrubíšková, 2009).

Mezinárodní šetření PISA z roku 2015 se zabývá touto tematikou. Kromě toho, jak často se vysvětlují vědecké myšlenky, jestli je učitel názorně demonstruje, jestli se v hodinách vyskytují diskuze celé třídy a zda se diskutuje o dotazech žáků. Z těchto otázek nebyla zjištěna výrazná souvislost s lepšími výsledky v oblasti přírodovědné gramotnosti jen u pouhé diskuze. Žáci, kteří diskutují jejich dotazy často, dosáhli výrazně lepších výsledků. Těmto učitelem řízeným činnostem se tedy přikládá velký důraz, přestože nemusí přímo souviset s aktivitou všech žáků (PISA, 2015, s. 34).

2.1.2 Obtížnost

Náročnost předmětu chemie je například v deváté třídě vyšší než v osmé. To může být jeden z faktorů, proč oblíbenost chemie klesá s rostoucím věkem (Kubiatko, 2016). Obtížnost souvisí i s oblíbenými předměty žáků. Pokud je oblíbený předmět též přírodovědný, nepovažují žáci chemii za náročný předmět (Kubiatko a kol., 2012). Žáci označili chemii jako jeden z obtížnějších předmětů, stejně tak méně oblíbených. I u dalších předmětů byla vidět tato spojitost mezi obtížností a oblíbeností (Höfer & Svoboda, 2005).

2.1.3 Gender

Chlapci mají většinou rádi chemii více než dívky. Kromě toho také chlapci považují chemii za jednodušší než dívky. Podle všeho je to tím, že je chemie abstraktní předmět a dívky lépe zvládají paměťové učení a chápou lépe to, co mohou samy vidět a pozorovat (Kubiatko, 2016; Švandová & Kubiatko, 2012). To, že dívky považují chemii za náročnější předmět, zřejmě ovlivňuje to, jak je u nich oblíbená (Salta & Tzougraki, 2004). Podle jiných výzkumů to je s oblíbeností ale přesně naopak (např. Höfer & Svoboda, 2005; Kubiatko a kol., 2012; Veselský & Hrubíšková, 2009). V obou případech jsou ale rozdíly v oblíbenosti mezi chlapci a dívkami docela malé.

Z pohledu genderu se nemusíme dívat pouze na chlapce a dívky, ale také na učitelky a učitele. Ve vyučování používají většinou učitelé více pokusů než učitelky a to se může odrazit na oblíbenosti (Škoda & Doulík, 2009).

2.1.4 Navštěvovaný ročník

V ročníku, kdy se žáci setkají poprvé s chemií, ji vnímají neutrálně, ale v druhém a dalších ročnících převládá negativnější názor. Ke změně postojů může docházet díky tomu, že představení chemie jako předmětu obecně může být zábavnější, propojenější s životem a tedy zajímavější. Dalším z důvodů poklesu oblíbenosti může být i změna smýšlení žáků, ovlivnění spolužáky a tedy i pokles zájmu nejen o chemii, ale i o ostatní předměty (Švandová & Kubiatko, 2012). Podobný vztah platí mezi vyššími a nižšími ročníky gymnázií, kde se oblíbenost chemie u žáků postupně snižuje. Chemie je dokonce oblíbenější na základních školách než na příslušných stupních nižšího gymnázia. Přestože existují další předměty, které jsou podobně neoblíbené a jejich oblíbenost klesá se stoupajícím ročníkem, tak se rozdílnost v oblíbenosti mezi základními školami a gymnázií objevuje pouze u chemie (Höfer & Svoboda, 2005). Také bylo zjištěno, že je větší počet žáků, kteří věří důležitosti chemie pro další předměty v osmé třídě než v deváté. Tvzení o snižování oblíbenosti chemie s narůstajícím věkem neplatí všude po světě (Švandová & Kubiatko, 2012).

2.1.5 Pokusy a pomůcky

Zájem o chemii podporuje i možnost žáků experimentovat v hodinách a provádět pokusy. Pokud učitel využívá pomůcky v hodinách nebo předvádí demonstrační experimenty, pak se

zájem o chemii též zvyšuje (Švandová & Kubiátko, 2012; Veselský & Hrubíšková, 2009). Pravděpodobně je to dáno tím, že žáci vidí vyšší smysluplnost vysvětlovaných jevů, a upoutává to víc jejich pozornost (Veselský & Hrubíšková, 2009). Využíváním experimentů v hodinách se zvyšuje zapojování žáků do výuky. Podporuje se díky nim i učení se vědeckým metodám. Pokud jsou dobře navržené, tak i kooperaci dané skupiny žáků (Kubiátko a kol., 2012). Jedním z dalších možných důvodů většího zájmu je zapojování více smyslů do procesu učení. To se potom promítne na množství zapamatovaných informací (viz Dale, 1969).

V dotazníkovém šetření PISA z roku 2015 byla řešena otázka, jak často žáci v hodinách využívají pokusy, na jejichž základě si vytvářejí závěry. V různých zemích se tyto výsledky liší. Česká republika je pod průměrem. Využití pokusů je významná didaktická pomůcka, která motivuje, rozvíjí poznávání, zlepšuje i manuální zručnost a další (PISA, 2015, s. 35).

2.1.6 Další oblíbené předměty

Pokud jsou další oblíbené předměty žáků přírodovědné, je větší pravděpodobnost, že budou mít chemii rádi. Pokud je ale oblíbený předmět jiný než přírodovědný, je jejich postoj méně pozitivní. Žáci s oblíbeným přírodovědným předmětem také vnímají důležitost pochopení chemie mnohem více, než ostatní žáci, a rádi by měli víc hodin chemie (Kubiátko a kol., 2012; Švandová & Kubiátko, 2012). Jestli zažívají nudu v hodinách, záleží též na tom, zda je jejich oblíbený předmět přírodovědný (Kubiátko a kol., 2012).

2.2 Přírodovědná gramotnost

V posledních letech se (hlavně díky mezinárodnímu testování PISA – Programme for International Student Assessment) využívá pojem přírodovědná gramotnost. Přírodovědná gramotnost byla vymezena jako „schopnost využívat přírodovědné vědomosti, klást otázky a z daných skutečností vyvozovat závěry, které vedou k porozumění světu přírody a pomáhají v rozhodování o něm a o změnách působených lidskou činností“ (Palečková, 2007, s. 3). Černocký a kol. (2011) vymezil přírodovědnou gramotnost čtyřmi hledisky. Jsou to aktivní osvojení a užívání pojmů, metod a postupů, možností hodnocení přírodovědného poznání a způsobů propojení s nepřírodovědným poznáním.

PISA je mezinárodní studie organizovaná pod OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development), která studuje znalosti a dovednosti v oblasti čtení, matematiky,

přírodních věd a řešení problémů. Sleduje výsledky ze členských a nečlenských OECD zemí. Nezkoumá jen to, co žáci vědí, ale i to, co umí se svými znalostmi udělat. Koná se každé tři roky a zaměřuje se na patnáctileté žáky (Blažek & Příhodová, 2016).

Čeští žáci ve všech druzích škol dosáhli horších výsledků v roce 2015 než v roce 2006, kdy byl výsledek žáků České republiky nadprůměrný. Výsledek byl ale srovnatelný s průměrem zemí OECD. Podíl žáků na nejvyšší úrovni přírodovědné gramotnosti se snížil, zato podíl žáků, kteří nemají dostatečné přírodovědné vzdělání, se zvýšil (Blažek & Příhodová, 2016).

Bylo zjištěno, že žáci u nás zvládli lépe teoretickou část než praktickou. Lepších výsledků dosáhli ti žáci, kteří diskutují v hodinách o problémech, učitel pracuje s názornými demonstracemi a ti, kteří mají možnost se ptát (Blažek & Příhodová, 2016; Palečková, 2007). Čeští žáci jsou tedy orientováni na osvojování si množství teoretických informací místo aplikace vědomostí na reálné situace. V dospělosti pak budou tito žáci využívat přírodní vědy jen málo a nebudou dostatečně přírodovědně vzdělání (Palečková, 2007).

Odpovědi žáků z roku 2006 ukázaly mimo jiné i to, že téměř nechodí do laboratoří, učitel nepoužívá pokusy nebo učitel nepoužívá přírodní vědy k tomu, aby porozuměli světu okolo v porovnání s ostatními zeměmi OECD (Palečková, 2007).

2.3 Důležitost experimentu ve výuce přírodovědných předmětů, problémy a nástrahy

Edukační chemický experiment je naprosto nezbytný pro správnou výuku chemie. Chemie je jeden z předmětů, který nabízí svou experimentální složku ke zpestření výuky. Díky ní můžou být totiž do výuky zapojeny všechny lidské smysly, což vede k mnohem vyššímu stupni zapamatování a pochopení (Beneš a kol., 2015).

2.3.1 Nedostatek edukačních chemických experimentů výraznější v současnosti

Chemie nebyla vždy tak neoblíbená jako dnes; to platí až zhruba od konce 80. let. V té době se začalo přecházet od názorných ukázek školních edukačních experimentů k teoretičtějšímu předávání informací (Švandová & Kubiátko, 2012). Osmdesátá léta v České republice jsou považována z hlediska edukačních chemických experimentů, a pomůcek k nim se

vztahujících, za nejlepší. Nejenže existovaly povinně volitelné předměty založené na pokusech a vznikly učebnice podporující pokusy, ale k nim i soubory edukačních pomůcek. Řadí se k nim například přenosná souprava pro demonstrační pokusy učitelů, jako jsou reakce sloučenin, vlastnosti prvků nebo biochemie. Pro pokusy žáků semimikrotechnikou existovala další sada. Ta našla uplatnění nejen pro žáky během výuky, ale i v zájmových kroužcích (Beneš a kol., 2015). Od té doby však chemických edukačních experimentů výrazně ubylo. Jen některá gymnázia mají pravidelné hodiny v laboratořích. Laboratorní cvičení však stejně nejsou tak vhodná, jako chemický edukační experiment, prováděný přímo během výuky (Škoda & Doulík, 2009).

2.3.2 Některé příčiny nedostatku chemických edukačních experimentů

Obsahová náročnost výuky

Učitelé uvádějí jako jeden z důvodů, proč nemohou předvádět pokusy v hodinách, nedostatek času kvůli množství předepsaného učiva, které musí předat (Beneš a kol., 2015). Tento fenomén může být způsoben množstvím objevů, které mohly vést k většímu obsahu učiva ve školních hodinách. Nejčastějším důvodem neoblíbenosti, uváděným žáky, je velké množství náročného učiva (Švandová & Kubiátko, 2012). Množství učiva jako důvod k malému využití pokusů, je zřetelně vidět zejména na vyšších stupních gymnázií, kde jsou spíše používány verbální metody k vysvětlování faktů než jejich objasnění pomocí školních edukačních experimentů. Rámcové vzdělávací programy obsahují příliš obecné vymezení toho, co by se mělo v hodinách probrat; proto se někteří učitelé snaží probrat co nejvíce učiva, za účelem podrobné znalosti chemických reakcí, jejich mechanismů a podobného přebytkového učiva (Škoda & Doulík, 2009).

Nedostupnost pomůcek

Soubory edukačních pomůcek, které měly největší rozmach v osmdesátých letech, již nelze používat, je však možné je nahradit. Běžně dostupný je například teploměr, pH senzor, senzory pro měření kyslíku, oxidu uhličitého, ale i sady, díky nimž se dají provést pokusy na téma látky kolem nás nebo chemie v kuchyni. Proto názory učitelů o nedostupnosti pomůcek mohou být mylné, avšak podložené finanční náročností některých z produktů (Beneš a kol., 2015).

Učební styl žáků

Žáci jsou od počátku výuky chemie a možná ještě dřív, vedeni k pojmovému a abstraktnímu myšlení, na které podle některých autorů (např. Kolb, 1984) ještě nejsou připraveni navzdory všeobecně přijímanému Piagetovu (1997) stádiu formálních operací. Žáci vyšších ročníků gymnázií nejsou zatím připraveni vnímat pouze verbálně přijímané informace, ale naopak jsou nastaveni na objevování zákonitostí, experimentování nebo získávání praktických informací. I přes platnost těchto poznatků ve školách většinou pokračuje výuka podporující nepřirozené, pouze paměťové učení, které zapříčinuje i to, že se žáci nedokáží sžít s ojedinělými pokusy, které učitel může předvádět. To je zapříčiněno tím, že nejsou navyklí se pomocí pokusů vzdělávat. To pak může vést k přesvědčení učitele, že experimenty výuce nepomáhají a často se jich vzdávají. Proto by měly být školní edukační experimenty zaváděny do výuky co nejdříve (Škoda & Doulík, 2009).

2.4 Přírodovědné myšlení

Přírodovědné myšlení (scientific thinking, někdy také scientific argumentation) je ve spojení se schopností navrhovat, provádět a analyzovat výsledky experimentu (jeden z pilířů přírodovědné gramotnosti) považováno za cíl přírodovědného vzdělání (Murphy a kol., 2016; Schmaltz a kol., 2017). Beneš (1999) uvádí standardní postup myšlenkových operací při provádění modelového experimentu: 1. stanovení hypotézy (nebo předpokladu), 2. návrh postupu k jejímu ověření, 3. provedení experimentu, 4. vyhodnocení výsledků, 5. posouzení platnosti hypotézy. Trna (2013) přitom poukazuje na nutnost v každém kroku pečlivě vybírat jednotlivé operace, tj. i pomůcky a látky, se kterými žáci experimentují, aby nedošlo k přílišnému zastření sledovaných jevů. Právě netransparentnost Trna (2013) označuje za jeden ze základních nedostatků školních experimentů. Z tohoto důvodu je využití chutí a chutnání žákům známých látek vhodným postupem, jelikož se mohou zaměřit pouze na badatelskou činnost jako takovou a nejsou od samé podstaty odváděni nutností psát vzorce nebo rovnice. Tento postup tak lze považovat za jakousi experimentální propedeutiku před samotným zavedením badatelsky orientované výuky.

2.5 Senzorická analýza

Senzorická analýza je poměrně mladý obor. Vznikla v minulém století, i když její základ sahá více do minulosti. Už v pravěku člověk hodnotil potravu svými smysly za účelem získání

informace, jestli je dostatečně výživná, jestli není zkažená nebo neobsahuje jedovaté látky. Takto pravděpodobně vznikly typické preference člověka ke sladkému a tučnému jídlu. Zato k hořkému a kyselému zaujímají lidé častější odpor, protože tyto chutě obvykle signalizovaly přítomnost toxických látek (Pokorný a kol., 1999).

Senzorická analýza je v poslední době hodně diskutované téma. Nejčastěji se zabývá kvalitou běžných potravin a nápojů jako jsou sýry (Brabcová & Vítová, 2010; Macků, 2009), pivo (Horák a kol., 2010; Nádaský, 2010), maso (Kerry a kol., 2002; Shahidi a kol., 1986) nebo kečupy (Bayod a kol., 2008; Varela a kol., 2003). Potravinu lze hodnotit i jinými způsoby, fyzikální a chemickou cestou. Takto analýza ztrácí dimenzi důležitého zpracování vjemů centrálním nervovým systémem (viz Pokorný a kol., 1999).

2.5.1 Definice

Senzorickou analýzou se rozumí hodnocení potravin přímo lidskými smysly. Jde o zpracovávání vjemů centrálním nervovým systémem. Jako vědecká disciplína má senzorická analýza zajištěny podmínky, díky kterým mohou být zaručeny přesné, objektivní a reprodukovatelné výsledky (Buňka a kol., 2008; Pokorný a kol., 1999).

Podle dalšího zdroje je senzorická analýza “vědecká disciplína používaná k vyvolání, měření a analyzování reakcí těch charakteristik potravin a dalších materiálů, které jsou vnímány zrakovým, čichovým, chuťovým, sluchovým a hmatovým smyslem” (dle EA – 4/09 Akreditace senzorických zkušebních laboratoří, 2004).

Senzorická analýza zahrnuje poznatky z mnoha dalších oborů, hlavně psychologie, ale i biologie, fyziologie, sociologie, biochemie a chemie (Pokorný a kol., 1999). Proto jsou uvedené definice jen částečným vymezením této stále se vyvíjející oblasti.

2.5.2 Metody senzorické analýzy

Pokorný a kol. (1999) dělí metody senzorické analýzy podle prostředí do těchto kategorií:

- laboratorní metody,
- metody za podmínek restauračního zařízení,
- konsumentské zkoušky.

Výběr metody záleží hlavně na charakteru úkolu, ale například i na množství vzorku a na kvalitě hodnotitelů/posuzovatelů (Pokorný a kol., 1999).

S ohledem na zaměření práce zde budou popsány jen vybrané laboratorní metody.

Laboratorní metody senzorické analýzy

Laboratorní metody senzorické analýzy zahrnují takové zkoušky, které jsou prováděny ve specializovaných senzorických laboratořích. Obecné pokyny pro uspořádání senzorického pracoviště nalezneme v normě ISO 8589. Podmínky jsou též přesně definované a musí být prováděny komisí složenou z odborných senzorických posuzovatelů nebo proškolených hodnotitelů. Metodologii shrnuje norma ČSN ISO 6658 (Ježek, 2014).

Výsledky těchto metod jsou nejpřesnější a nejsprávnější, ale nejnákladnější.

Mezi vybrané metody senzorické analýzy patří:

- Párová zkouška – porovnávání dvou vzorků mezi sebou k určení preference nebo rozdílu. Nucená volba v tomto případě znamená, že hodnotitel musí vybrat vzorek, který preferuje nebo je intenzivnější. Je zde povolena i volba bez rozdílu. Metoda je vhodná i pro nezkušené hodnotitele (Buňka a kol., 2008; Ježek, 2014; Pokorný a kol., 1999; Poste, 1991). Můžeme předložit žákům dva vzorky roztoku glukosy a zeptat se jich, který je sladší.
- Trojúhelníková zkouška – porovnávání tří vzorků mezi sebou za předpokladu, že dva z nich jsou shodné. Hodnotitel má za úkol označit vzorek, který není shodný s ostatními dvěma. Vzorky jsou předkládány náhodně. Metoda je opět vhodná pro nezkušené hodnotitele (Buňka a kol., 2008; Ježek, 2014; Pokorný a kol., 1999; Poste, 1991).
- Zkouška Duo-trio – hodnotiteli se nejdříve předloží referenční vzorek. Poté další dva vzorky, z nichž je právě jeden shodný s referenčním vzorkem. Hodnotitelův úkol je označit vzorek shodný s referenčním. Tato metoda lze též provádět s nezkušenými hodnotiteli (Buňka a kol., 2008; Pokorný a kol., 1999; Poste, 1991).
- Zkouška dva z pěti – Porovnávání pěti vzorků navzájem, kdy jsou vždy totožné dva vzorky navzájem a zbylé tři jsou jiné než předchozí dva, ovšem mezi sebou též shodné. Tato metoda je náročnější, proto se používá s hodnotiteli, kteří jsou zkušenější. Hlavní výhoda této metody od předchozích je v nižší možnosti náhodného určení správného výsledku (Pokorný a kol., 1999; Poste, 1991).
- Tetrádový test – hodnotitel nejdříve dostane referenční vzorek a poté další tři. Má určit, který nebo které ze tří vzorků (jeden nebo dva) je nebo jsou shodné

s referenčním (Buňka a kol., 2008; Pokorný a kol., 1999). Opět se jedná o náročnější metodu.

- Pořadová zkouška – před posuzovatele se současně předloží několik vzorků v náhodném pořadí. Jeho úkol je seřadit je podle stanoveného kritéria (Buňka a kol., 2008; Ježek, 2014; Lawless, 2012; Poste, 1991).
- Metoda senzorického profilu – deskriptivní metoda. Senzorický profil se skládá z řady dílčích vlastností (deskriptorů). Každá z vlastností má svou intenzitu, vytvoří se seznam těchto vlastností a každá je hodnocena. Při této metodě je potřeba sledovat řadu vjemů naráz, proto je určena pro školené hodnotitele (Buňka a kol., 2008; Ježek, 2014; Pokorný & Kubišová, 1993).

2.5.3 Příprava vzorku k hodnocení

Každá z laboratorních metod používá vzorky, které musí být předpřipraveny podle přesných předpisů. Přesnou přípravu vzorků popisuje **ČSN ISO 5497. Pro potřeby této práce není potřeba dodržovat přesné definice, proto budou pouze stručně zmíněna některá z doporučení. Z nich pak vychází jednotlivé návrhy aktivit pro žáky uvedené v praktické části práce.**

Vzorek by se měl podávat při pokojové teplotě. Některé vzorky (pivo, víno, zmrzlina,...) se hodnotí při nízké teplotě a poté i při pokojové. Nízká teplota snižuje smyslové vnímání (Ježek, 2014). Často se pro hodnocení používá též teplota, při které je vzorek normálně konzumován (Poste, 1991).

Vzorek by neměl podléhat časové změně, například osychání, u piva padání pěny. Vzorky by měly být co nejčerstvější (Ježek, 2014). Na času záleží podle Poste (1991) i z jiného důvodu. Denní doba ovlivňuje hodnocení. Nejlepší je hodnotit v pozdním ránu a odpoledne.

Množství vzorku, u kterého není předpokládáno opakované chutnání, by mělo být dvacet až třicet gramů nebo patnáct až dvacet mililitrů. Například při pořadových metodách se ale předpokládá opakované hodnocení, proto se musí množství vzorku úměrně zvýšit na sto až sto padesát mililitrů. Vzorků v sadě by mělo být stejné množství (Buňka a kol., 2008; Ježek, 2014). Správné množství musíme vybrat i kvůli intenzitě. Pokud vypijeme třicet mililitrů vzorku, může se nám zdát méně sladký, než když vypijeme sto devadesát mililitrů stejného vzorku (Poste, 1991).

Při senzorické analýze je důležité dodržovat anonymitu vzorku (Ježek, 2014; Poste, 1991). Proto je kódujeme, nejčastěji trojmístným nebo čtyřmístným kódem. Jednomístné a dvojímístné kódy se nepoužívají, protože by hodnotitelé mohli tyto kódy spojovat například s pořadím. Nedoporučuje se ani označování písmeny. Bylo zjištěno, že když se dva shodné vzorky označí písmeny A, B, tak většina hodnotitelů při preferenční zkoušce dá přednost vzorku A. Také třímístné a čtyřmístné kódy se nehodí pro označování vzorků, protože může vzniknout slovo (Buňka a kol., 2008; Ježek, 2014).

2.5.4 Postup při hodnocení vzorku

Postup při hodnocení vzorku záleží na charakteru vzorku.

Pokud hodnotíme barvu, tak proti bílému pozadí v dopadajícím světle (Buňka a kol., 2008; Ježek, 2014).

Texturu hodnotíme mezi prsty nebo v ústech, nejdříve ukousneme předními zuby a poté rozkoušeme stoličkami. Sledujeme změny (Ježek, 2014).

Degustace je stanovení chuti či flavoru. Před degustací si musíme propláchnout ústa vodou. Tekuté vzorky by měly smočit celou dutinu ústní. Každý vzorek by se měl polknout, protože se některé chutě, jako je hořká, projeví až po spolknutí. Během degustace se pravidelně používají neutralizační sousta, která jsou různá podle charakteru posuzovaného vzorku (Ježek, 2014).

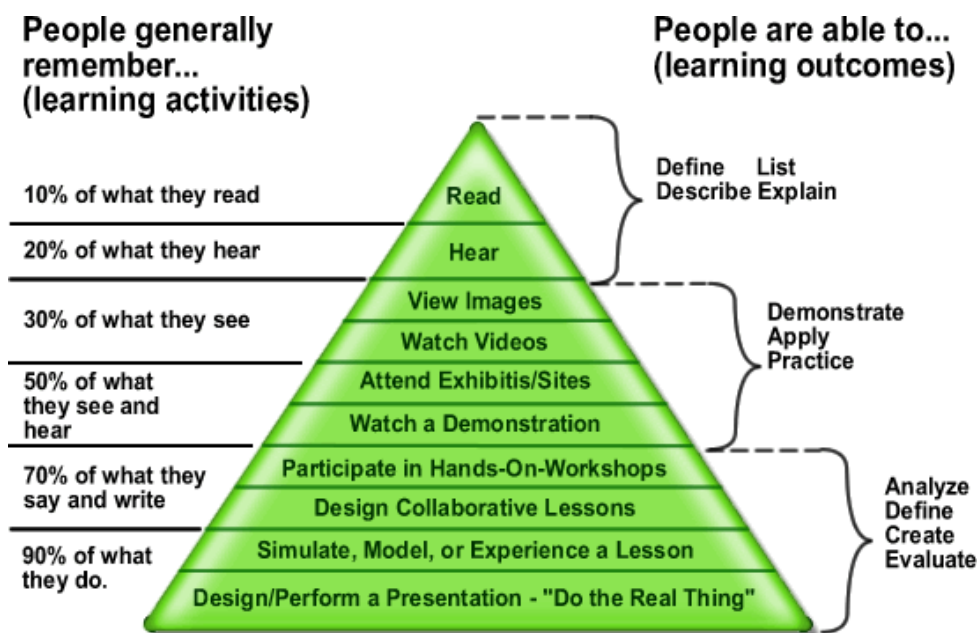
2.5.5 Zásady při hodnocení vzorku

Abychom zachovali hodnocení objektivní, musí být dodržovány některé zásady, podle Ježka (2014) jsou to tyto:

- hodnotit jen v případě, kdy se na to podle psychické a fyzické kondice hodnotitel cítí,
- mezi jednotlivými vzorky pít vodu nebo užít jiné potraviny pro neutralizaci chuti,
- mezi ochutnáváním jednotlivých vzorků počkat alespoň minutu,
- nekonzultovat výsledky s kolegy,
- před hodnocením nekonzumovat žádné aromatické potraviny alespoň jednu hodinu,
- před hodnocením nekouřit alespoň jednu hodinu. Snižuje to citlivost receptorů jak čichových, tak chuťových,
- v den hodnocení nepoužívat silné parfémy. Mohly by ovlivnit i další hodnotitele.

2.6 Smysly a jejich využitelnost nejen při senzoričké analýze

Jak už bylo řečeno, senzoričnou analýzou se rozumí hodnocení potravin přímo lidskými smysly (Buňka a kol., 2008; Lawless & Heymann, 1999; Pokorný a kol., 1999). Již J. A. Komenský se řídil při své výuce myšlenkou F. Bacona „Nic není v rozumu, co předtím neprošlo smysly“ (Zormanová, 2014). Komenský (1948) se v knize Didaktika velká zabývá smyslovým poznáním a klade na něj velký důraz. Smyslovému poznání věříme, protože jsme ho zažili, zatímco rozumu věříme jen tolik, kolik můžeme dokázat indukci. Vědění je o to jistější, čím víc se opírá o smysly. Protože smysly jsou nejspolehlivějšími pomocníky paměti, to, co jednou poznáme díky smyslům, víme trvale. Dale (1969) v knize Audiovisual methods in teaching popisuje kužel zkušenosti (The cone of experience), který zachycuje důležitost zapojení smyslů do výuky (Obr. 1).



Obr. 1 Daleho kužel zkušenosti

2.7 Chut'

Existuje pět základních chutí (sladká, hořká, slaná, kyselá a umami) a další, které se mezi základní neřadí (Behrens & Meyerhof, 2013; Buňka a kol., 2008; Čopíková a kol., 2014; Lapčík a kol., 2011; Opletal a kol., 2011).

2.7.1 Anatomie

Chuťové receptory jsou umístěny v chuťových pohárcích. Vyskytují se v prohlubních papil. Jejich největší zastoupení je ve sliznici jazyka, z části v měkkém patře, hltanu, jícnu i vnitřní straně tváří. Chuťově aktivní látky vyvolávají podráždění až po rozpuštění (Buňka a kol., 2008; Jelínek & Zicháček, 2007; Machová, 2002; Pokorný a kol., 1999).

2.7.2 Slaná

Slaná je základní chuť. Je vyvolávána různými roztoky látek, které mají organoleptickou vlastnost vyvolávající slanou chuť, například chloridem sodným. Slaná chuť nám přináší informaci o iontech v roztocích, které potřebujeme pro zajištění iontové rovnováhy v těle (Buňka a kol., 2008).

Kromě chloridu sodného existují i další látky slané chuti. Těmto látkám je v poslední době věnována zvýšená pozornost kvůli zvýšenému výskytu hypertenze. Slanou chuť lze vnímat dvěma mechanismy, první z nich je vyvoláván některými kationty, zato druhý některými anionty. Mezi slané látky patří třeba i chlorid lithný, bromid lithný, jodid lithný, bromid sodný, jodid sodný, dusičnan sodný. Další slané látky vyvolávají kromě slané chuti i další, například hořkou: chlorid draselný, bromid draselný, chlorid amonný (Opletal a kol., 2011).

2.7.3 Kyselá

Kyselá je základní chuť, může být vyvolávána roztoky různých látek s organoleptickou vlastností vyvolávat kyselou chuť většinou organických látek, jako je kyselina vinná nebo kyselina citronová. Kyselost informuje o rozkladu potravin (Buňka a kol., 2008) nebo nedostatečné zralosti (Lapčík a kol., 2015).

Nejčastěji se komerčně využívá kromě kyseliny vinné a citronové také kyselina octová, mléčná, adipová, jantarová, fumarová, jablečná nebo fosforečná. Mechanismus vzniku kyselé chuti není dodnes přesně objasněn. Známe je, že ho vyvolává oxoniový kation, který vzniká díky disociaci kyselin, jde tedy o působení vodíkových iontů. Díky znalosti koncentrace vodíkových iontů byla odvozena řada podle kyselosti, kde má každá kyselina svůj index. Kyselina chlorovodíková má index jedna, od ní se dále odvozují další, například kyselina vinná 0,7; citronová 0,46 (Lapčík a kol., 2015).

2.7.4 Hořká

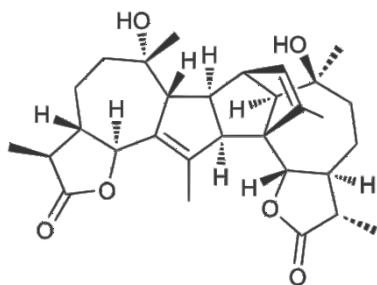
Hořká je primární chuť vyvolávaná rozpuštěnými látkami, které mají organoleptickou vlastnost hořké chuti jako je chinin nebo kofein. Receptory vnímající hořkou chuť jsou nejcitlivější, ale závisí na jednotlivých molekulách. Alkaloidy nejintenzivněji vnímají receptory na kořeni jazyka a jiné typy hořkých látek zase receptory ve přední části jazyka. Nejcitlivější jsou receptory na hořkou chuť, ale záleží na koncentraci. Hořká chuť dává často informaci o přítomnosti toxických látek. (Buňka a kol., 2008). Vjem hořké chuti pomáhá vzniku trávicích šťáv a zvyšuje sekreci slinných žláz. Podporuje tedy chuť k jídlu, čehož se využívá v pivovarnictví (Opletal a kol., 2007b). Za vnímání hořké chuti jsou zodpovědné receptory TAS2Rs, mechanismus vnímání je složitý a postupně se vyvíjí (Maehashi a kol., 2008). Hořká chuť dřív sloužila hlavně k ochraně lidí před požitím nebezpečných toxických látek, které často chutnají hořce. Toto pravděpodobně souvisí i s tím, že dokážeme hořké látky rozpoznat už při velmi nízkých koncentracích (Glendinning, 1994).

Hořčiny

Hořčiny jsou látky hořké chuti, které mají i jiný, farmakologický účinek. Hořčiny, které se využívají pro zlepšení chuti k jídlu, působící na žaludeční šťávy, se jmenují amara. Choleretika podporují tvorbu žluči, cholekinetika podporují vyprazdňování žlučníku. Hořčiny jsou ale důležité i v potravinářství na výrobu alkoholických i nealkoholických nápojů (Opletal a kol., 2007b).

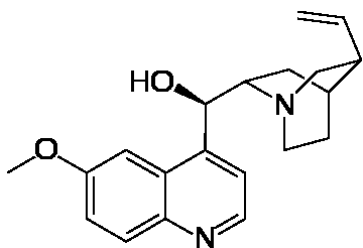
Příklady látek hořké chuti

Pelyněk pravý je hořký a to zejména díky laktonu absinthinu (Obr. 2), který je obsažen v řadě alkoholických nápojů, dává absintu jeho nezaměnitelnou chuť (Lachenmeier, 2007).



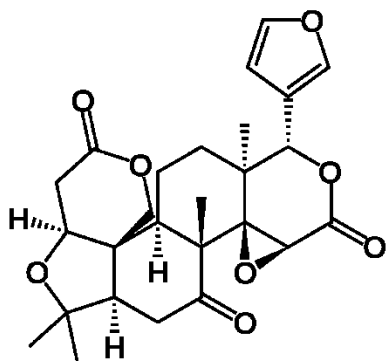
Kořen hořce je droga, která získala svůj název (lat. *Gentiana*) podle krále Gentia, ten jím léčil mor. Kořeny, které byly fermentovány, sloužily v likérnictví. Sušené našly užitek ve farmakologii. Hlavními látkami, které způsobují hořkost kořene hořce, jsou genciopikrosid a amarogencin (Opletal a kol., 2007b).

Kůra chininovníku obsahuje alkaloid chinin (Obr. 3). Nejpoužívanější je k výrobě limonád, ale užitečnější je k léčbě malárie. Chinin, působící na centrální nervovou soustavu, může snižovat horečku a bolest (Opletal a kol., 2007b).



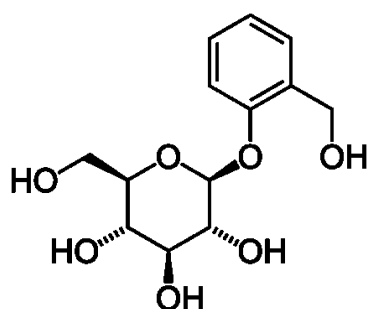
Obr. 3 Chinin

Kůra plodů citrusů obsahuje velké množství limoninu (Obr. 4), v menší míře je obsažen v celé rostlině. Je jedna z látek, která je považována za součást charakteristické chuti citrusů (Barton a kol., 1961).



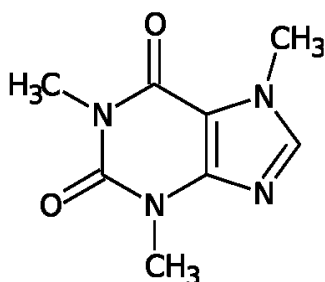
Obr. 4 Limonin

Kůra topolů a vrb obsahuje salicin (Obr. 5). Dřív byl používán jako lék proti bolesti, revma nebo snížení teploty. Podle salicinu bylo postupně pracováno na vývoji kyseliny salicylové a jejích derivátů (Opletal a kol., 2007b).



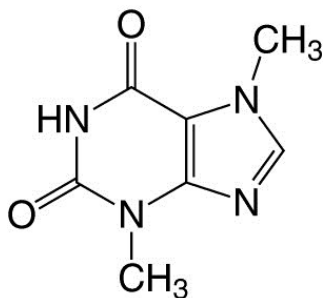
Obr. 5 Salicin

Káva je jeda z rostlin, která obsahuje kofein (Obr. 6), látku, která stimuluje organismus, psychoaktivní drogu. Jeden z nejznámějších mýtů o tomto alkaloidu je, že se díky němu rychleji odbourává etanol z krve, což není pravda. Pouze způsobuje pocit probuzení. Dalším mýtem je, že má negativní vliv na srdce a krevní oběh. Při přiměřené konzumaci člověka dlouhodobě neovlivňuje. Smrtelná dávka kofeinu pro člověka je okolo deseti gramů; to odpovídá stu až dvěma stům šálků kávy (Petriková & Patočka, 2006).



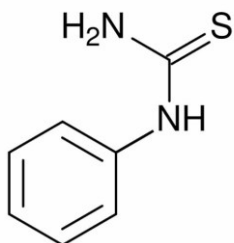
Obr. 6 Kofein

Kakaovník obsahuje kromě kofeinu také jemu strukturně podobnou hořkou látku, teobromin (Obr. 7). Dříve se používal i ve farmacii, je ale kofeinu podobný a není tak účinný stimulant (Opletal a kol., 2007b).



Obr. 7 Teobromin

PTC je zkratka pro fenylthiokarbamid (Obr.8). Jeho chuť je velice hořká, nedokáží ji však cítit všichni lidé (Opletal a kol., 2007b). Existuje asi dvacet pět procent lidí, kterým se říká chutnači, ti tuto látku cítí díky genům. Hořkost je způsobena díky seskupení N-C=S v molekule.



Obr. 8 Fenylthiokarbamid

SOA je jediný z uvedených látek nepřírodní, připravován synteticky. Je vysoce hořký a používá se v některých nápojích místo chininu (Opletal a kol., 2007b).

2.7.5 Sladká

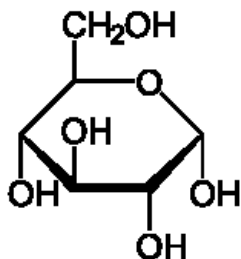
Sladká je základní chuť. Organoleptické vlastnosti vyvolávající sladkou chuť mohou být látky přírodní, například sacharosa nebo umělé, například aspartam. Poskytuje informaci o obsahu sacharidů. Nejlépe ji rozpoznávají receptory umístěné na špičce jazyka, ale vnímání sladké chuti vyvolávající jiné typy podnětů jsou nejvíce vnímány na kořeni jazyka (Buňka a kol., 2008).

Látky sladké chuti jsou velice rozmanité. Kromě nejtypičtějších sacharidů to mohou být například nízkokalorická sladidla (Čopíková a kol., 2013), aminokyseliny, terpeny, chalkony nebo steroidy (Lapčík a kol., 2007). V čem se ale často liší, je jejich sladivost. Relativní sladivost sacharosy je jedna a ostatní látky sladké chuti se potom poměřují podle ní (Račická, 2012).

Příklady sacharidů

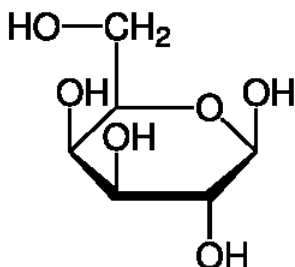
Glukosa (Obr. 9) je monosacharid, konkrétněji aldohexosa. Je nezbytně důležitá v některých metabolických dějích. Volnou glukosu můžeme nalézt například v ovoci. Vázanou v disacharidech, oligosacharidech nebo heteroglykosidech (Šípál a kol., 1992). Vzniká

fotosyntézou z oxidu uhličitého a vody. Je to taky nezbytná složka krve a dalších tělních tekutin (Čegan & Korecká, 2008). Sladivost glukosy je asi sedm desetín (Čopíková a kol., 2013).

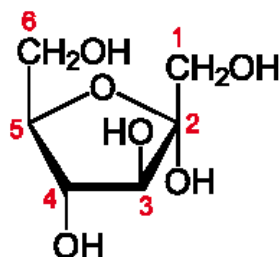


Obr. 9 Glukosa

Další monosacharidy důležité ve výživě člověka jsou galaktosa (Obr. 10) a fruktosa (Obr. 11). Volná fruktosa se vyskytuje v ovoci, medu a slouží jako výživa pro spermie. Vázaná v disacharidech, polysacharidech a vyskytuje se jako složka fosforečných esterů v metabolických procesech (Šípál a kol., 1992). Galaktosa, diastereomer glukosy, tvoří část lipoproteinů v nervové soustavě, je součástí glykoproteinů nebo rostlinných membránových proteinů (Kodíček a kol., 2015). Relativní sladivost fruktosy je asi jedna a sedm desetín, galaktosy tři desetiny (Čopíková a kol., 2013).

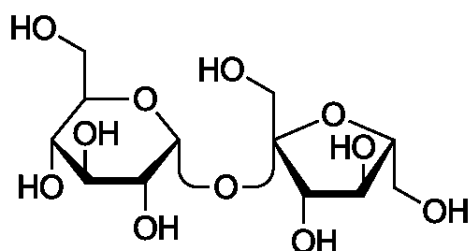


Obr. 10 Galaktosa



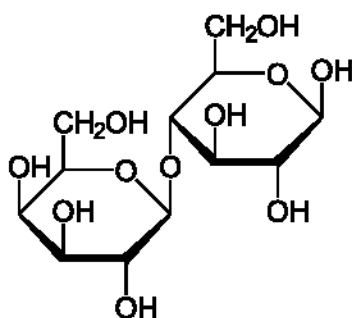
Obr. 11 Fruktosa

Disacharidy jsou složeny ze dvou monosacharidů (Šípal a kol., 1992). Nejběžnější neredukující disacharid v potravinářství je sacharosa (Obr. 12), známá i pod názvem bílý cukr. Je složen z glukosy a fruktosy. Poslední dobou je nahrazována hlavně kvůli snižování energetické hodnoty potravin, vysoké kazivosti zubů a zvyšujícímu se počtu diabetiků (Čopíková a kol., 2006). Je to cukr vyráběný z řepy a cukrové třtiny. Kromě významné energetické hodnoty, která je rychle využívána, nemá žádnou výživovou složku (Čopíková a kol., 2006). Jeho relativní sladivost byla určena na hodnotu jedna (Čopíková a kol., 2013).



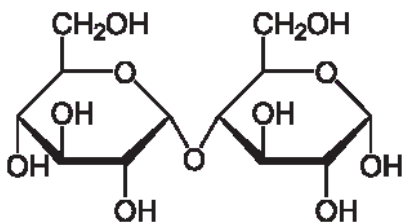
Obr. 12 Sacharosa

Laktosa (Obr. 13) je disacharid složen z galaktosy a glukosy. Je důležitou složkou potravy hlavně pro mláďata savců. Stejně jako ostatní disacharidy nemůže být vstřebávána v celku, ale musí být nejdříve rozštěpena na své monosacharidy (Šípal a kol., 1992). Štěpí se enzymem laktasou. Na kyselinu mléčnou ji dokáží zkvasit bakterie mléčného kvašení. Najde také vysoké uplatnění ve farmacii (Kodíček a kol., 2015). Relativní sladivost je asi jedna desetina (Čopíková a kol., 2013).



Obr. 13 Laktosa

Dalším disacharidem je například maltosa (Obr. 14). Je základní jednotkou škrobu i glykogenu. Získává se enzymovou hydrolýzou škrobu. Najít ho můžeme i v mladině při výrobě piva (Kodíček a kol., 2015) a jeho sladivost jsou asi tři desetiny (Čopíková a kol., 2013).



Obr. 14 Maltosa

Polysacharidy tvoří lineární nebo rozvětvené molekuly, jsou složeny z mnoha monosacharidů (Šípal a kol., 1992). Rostlinný škrob je například v bramborách, obilí nebo rýži. Skládá se z rozpustné lineární amylosy a rozvětveného amylopektinu, který ve vodě pouze bobtná. Živočišný škrob glykogen má zásobní funkci v těle. Celulosa je zásobní polysacharid v rostlinách (Kodíček a kol., 2015).

Stanovení přítomnosti sacharidů

Kromě využití senzorické analýzy lze určit to, jestli je látka sladká, i jinak a to fyzikálními a chemickými cestami. Jde to učinit například biosenzory, které kromě analytických metod používají i reakce biologická část-substrát. Díky nim můžeme určit monosacharidy, disacharidy i polysacharidy. Využívá se oxidace, amperometrie, různé enzymy a mnoho dalšího pro tato stanovení (viz Tkáč a kol., 1999).

Biochemie a analytická chemie nabízí reakce na stanovení různých sacharidů. Například chromatografií na tenké vrstvě silikagelu lze rozdělit jednotlivé sacharidy z roztoku od sebe. Tato chromatografie je založena na velikosti molekul (počet monosacharidových jednotek) a počtu uhlíků v molekule.

Nejpoužívanější redukčně-oxidační reakce na důkaz sacharidů jsou reakce Fehlingova a Tollensova. Fehlingova reakce je založena na redukcí měďnatých solí na oxid měďný. Používá se Fehlingův roztok I (čtyřicet gramů skalice modré, destilovanou vodou doplnit na jeden litr) a Fehlingův roztok II (dvě stě gramů Seignettovy soli a sto padesát gramů hydroxidu sodného). Smícháním ve stejných poměrech sacharidu s Fehlingovým roztokem I a následně II se provede důkaz. Pokud vzniká červená sraženina, je sacharid redukující, například maltosa. Pokud ne, je neredukující, například sacharosa. Tollensova reakce je založena na podobném principu. Pokud je dusičnan stříbrný v přítomnosti redukujícího sacharidu, objeví se stříbrné zrcátko.

Dalšími postupy úplného stanovení bývá spektroskopie (Káš a kol., 2005).

2.7.6 Další látky sladké chuti

Sladidla jsou většinou látky, které mají, zpravidla větší sladivost než sacharosa, zato nižší energetickou hodnotu. Mohou být buď přírodní, nebo syntetická. Kromě potravinářství se využívají ještě ve farmacii či kosmetice (Račická, 2012).

Důvody k užívání sladidel místo obyčejného bílého cukru mohou být například:

- Cena - většina sladidel běžně používaných je často levnější než cukr
- omezení výskytu zubního kazu
- snížení energetické hodnoty
- a v neposlední řadě kvůli diabetu mellitu.

Sladivost sacharinu je tři sta až pět set, energetická hodnota je nulová. Sacharin byl objeven už na konci devatenáctého století. Jeho zdravotní nezávadnost je stále diskutována. Vychází z lidského organismu nezměněn, není metabolizován. Může mít kovovou pachut', často se kombinuje s dalšími sladidly. Jedna z jeho největších výhod je jeho vysoká stabilita. (Čopíková a kol., 2013).

Aspartam je jednoduchá molekula složená dvěma aminokyselinami (fenylalanin a kyselina asparagová) a metanolem (Červenka a kol., 2016). Ty tělo metabolizuje stejným způsobem, jako když jsou přijímány běžnou stravou. Sladivost aspartamu se pohybuje okolo dvou set. Energetická hodnota je nulová. Vyznačuje se citlivostí na tepelnou úpravu, změny pH a dlouhodobé skladování, protože hořkne (Čopíková a kol., 2013).

Z rostliny *stevia rebaudiana* se získávají steviol-glykosidy, které se metabolizují na steviol. Jeho relativní sladivost se pohybuje okolo tří set, jejich energetická hodnota je téměř nulová. Je stabilní a zdravotně nezávadný, vhodný pro diabetiky (Čopíková a kol., 2013).

Neotam je poměrně nové sladidlo. Jeho sladivost je sedm až třináct tisíc. Nemá vysokou energetickou hodnotu, je stabilní. Přestože obsahuje fenylalanin, metabolizuje se tak, že ho mohou používat i lidé s fenylketonurií (Čopíková a kol., 2013). Používá se například do nápojů, zmrzlin nebo cukrovinek (Marádová, 2001).

Pod pojmem cyklamát se rozumí draselné nebo sodné soli cyklamové kyseliny. Jeho relativní sladivost je nízká, asi třicet. Často se používá společně se sacharinem, společně mají výraznější sladkou chuť. Jeho metabolizace v organismu neprobíhá u všech jedinců stejně, proto je stále předmětem studií (Čopíková a kol., 2013).

2.7.7 Některé další rozpoznávané chutě

Umami

Stejně jako pro slanou, kyselou, hořkou a sladkou chuť existují pro vnímání umami speciální receptory. Ty jsou pravděpodobně umístěny v zadní části jazyka a vnímají zejména glutaman sodný nebo nukleotidy či jantarány. Umami informuje mimo jiné i o zdroji bílkovin v potravě (Buňka a kol., 2008). Volně přeložený výraz z japonštiny znamená chutný, ale lépe vystihují tuto chuť spíš masitý nebo pikantní (Lawless & Heymann, 1999).

Kovová

Podle některých zdrojů se řadí mezi základní chutě. Vyvolávají ji některé kovy a jejich sloučeniny. Pro zkoušky k identifikaci kovové chuti se využívá heptahydrát síranu železnatého (Buňka a kol., 2008). Soli stříbra, rtuti, železa, cínu nebo mědi jsou látky, které mají nejvýraznější kovovou chuť. V ústech se díky kovové chuti vytvářejí těkavé látky, které mají kovovou vůni. Někteří lidé mohou běžně používaná sladidla, jako je aspartam, sacharin nebo cyklamáty, vnímat kovově (Wimmer a kol., 2012).

Trpká a svíravá

Svíravě trpká chuť se neřadí mezi základní. Jeden z důvodů může být i to, že někteří autoři trpký a svíravý vjem neřadí mezi chutě vůbec. Přestože se těžko popisuje, mohou ji vystihnout termíny, jako jsou hrubé, suché nebo chladné. Potraviny s trpkými a svíravými vlastnostmi mají schopnost stahovat cévy, proto i zastavují krvácení. Nejtypičtější potraviny svíravé a trpké chuti jsou například čaj, víno, trnky, kurkuma, nezralé banány nebo petržel (Čopíková a kol., 2014).

Pálivá

Pálivý vjem se neřadí mezi základní chutě, protože také není všeobecně přijímaný jako chuť vůbec. Pálivé látky mohou být například alkaloidy. Kapsaicin je alkaloid, který je zodpovědný

za pálivou chuť feferonek, chilli, jalapeño a podobných. Pepř černý obsahuje alkaloidy piperin a chavicin. Další pálivé látky jsou některé, které obsahují síru, ty se objevují v ředkvičkách nebo cibuli. Další z látek pálivé chuti jsou terpeny. Mohou za pálivou chuť například bazalky a kardamomu (Lapčík a kol., 2011).

3 Senzorická analýza jako školní edukační experiment

S ohledem na rozsah práce je další text zaměřen na sladkou a hořkou chuť.

Všechna níže uvedená cvičení, pokud není uvedeno jinak, jsou koncipována pro třídu cca dvaceti žáků. Ti se rozdělí na poloviny. Jedna polovina chystá jednu úlohu, zatímco druhá polovina chystá jinou úlohu. V roli hodnotitelů chuti je vždy polovina třídy, která cvičení nechystala.

Protože budeme experiment provádět ve škole s neškolenými hodnotiteli a cílem není absolutní přesnost, rigidní dodržování laboratorních podmínek pro senzorickou analýzu není nutné. Schopnost porozumět důležitosti přesného postupu je však podstatnou složkou rozvoje přírodovědné gramotnosti (viz *Gramotnosti ve vzdělávání: příručka pro učitele*, 2011), příp. naplnění očekávaného výstupu (např. pracuje bezpečně s vybranými dostupnými a běžně používanými látkami a hodnotí jejich rizikovost, připraví prakticky roztok daného složení, uvede příklady sacharidů) v RVP ZV. Dostatečné zdůvodnění nutnosti zachování správného a metodicky stejného postupu je proto podstatné.

3.1 Sladká chuť

Sladká chuť patří mezi tradičně zkoumané chutě. V laboratorních podmínkách se pro senzorickou analýzu sladkých látek využívá nejčastěji sacharosa, například pro srovnávací zkoušky, detekční zkoušky nebo zkoušky pro rozpoznávání chutí. Často je ale také využívána fruktosa, laktosa nebo sladidla. S ohledem na praktickou část práce jsou v následujících kapitolách stručně popsány tradiční postupy senzorické analýzy.

Úlohy, navržené v této kapitole, mohou být použity jako úvodní představení tématu sacharidů.

3.1.1 Rozpoznání koncentrace – seřazení podle sladkosti

Návrh cvičení je popisem, jak můžou žáci porovnávat různé koncentrace sacharosy ve vodě (viz Lawless, 2012).

Pomůcky:

- čtyři litrové kádinky,

- čtyři skleněné tyčinky,
- půl litrový odměrný válec,
- lihový fix,
- váhy,
- čtyřicet kelímků.

Chemikálie:

- voda,
- dvě stě gramů ovocného práškového nápoje, který je slazený sacharózou (jako je např. Tang).

Postup

Nejdříve vytvoříme čtyři vzorky, které budou obsahovat různé množství práškového ovocného nápoje. Důležité je použít jen jeden typ tohoto nápoje z důvodu rozdílné sladivosti obsažených sladidel. Také si musíme dát pozor na to, abychom použili stejnou příchut' z důvodu krytí chutí.

První vzorek obsahuje dvě a půl procenta ovocného prášku, druhý pět procent, třetí deset procent a čtvrtý dvacet procent. Nejjednodušší je smíchat dvě stě gramů prášku se osmdesáti decilitry vody; tak vytvoříme dvacetiprocentní roztok. Odebereme půl litru dvacetiprocentního roztoku a smícháme s půl litrem čisté vody, tak dostaneme roztok desetiprocentní. Pokud odebereme z desetiprocentního roztoku opět půl litru a smícháme s dalším půl litrem čisté vody, dostaneme roztok pětiprocentní. Posledním krokem je odebrat z pětiprocentního roztoku opět půl litru a smíchat s jedním litrem čisté vody, tak získáme dvou a půlprocentní roztok.

Poznámka pro učitele: uvedený postup na namíchání vzorků není nutné dodržovat. Mnohem lepší varianta pro žáky, kteří chystají roztoky pro hodnotitele, bude předložit před ně problémovou otázku, jak namíchat čtyři litrové roztoky o výše uvedených koncentracích co nejjednodušeji. Může to rozvíjet jejich přemýšlení a podnítit zájem o úlohu.

Během přípravy různě koncentrovaných roztoků můžeme označit kelímky. Čtyřicet kelímků rozdělíme na čtyři skupiny po deseti. Deset z nich označíme trojmístným číselným kódem (např. 564), dalších deset jiným kódem (např. 879), třetí skupinu deseti kelímků dalším

číselným kódem (např. 213) a zbylých deset kelímků označíme jiným trojmístným číslem (např. 417).

Roztoky rozlijeme do kelímků zhruba po půl decilitru tak, aby v každé skupině kelímků byl právě jeden druh roztoku. Dvacetiprocentní roztok rozlijeme do deseti kelímků označených jedním kódem (např. 564), desetiprocentní roztok do kelímků označených jiným kódem (např. 879). Pětiprocentní roztok rozlijeme do deseti kelímků s dalším kódem (např. 213). Dvou a půlprocentní roztok nalijeme po půl decilitru do poslední skupiny deseti kelímků (např. 417).

Jak již bylo uvedeno, polovina žáků ve třídě úlohu chystá a polovina je v roli hodnotitelů. Pouze žáci, kteří úlohu chystají, vědí, jak koncentrovaný roztok se skrývá pod jednotlivými kódy, zatímco žákům, kteří jsou v roli hodnotitelů, zůstane tato informace zatajena.

Každý žák v roli hodnotitele dostane čtyři kelímky, od každé koncentrace jeden. Jejich úkolem je za pomoci hodnotitelského protokolu (Příloha 1) seřadit roztoky podle sladkosti. Pořadí vzorků k ochutnávání není určeno. Dalším z opatření, která se používají při senzorické analýze, je proplachování úst vodou mezi chutnáním vzorků. To hodnotitelům doporučíme, pomůže to žákům od sebe lépe rozlišit jednotlivé vzorky

Náměty pro učitele do diskuze

Který vzorek je nejsladší a podle čeho jste tak usuzovali?

Rozpoznali jste ve vzorcích ještě nějakou chuť? Jestli ano, jaká to byla?

Jaké látky sladké chuti znáte? Které jsou nejběžnější?

3.1.2 Porovnání sladkosti sacharosy a fruktosy

Lawless (2012) popisuje úlohu, jak si vyzkoušet, jestli poznáme rozdílnou sladivost fruktosy a sacharosy. Podle předpokladu by se měly zdát nápoje, které obsahují stejné množství sacharosy zdát méně sladké než ty, které obsahují stejné množství fruktosy, protože je relativní sladivost sacharosy stanovena na stupeň jedna a fruktosy jedna a půl (Greenly, 2003). Informace o fruktóze jako nejsladším přírodním cukru je klasickým obsahem tématu sacharidů. Tento experiment je proto možné z pohledu žáků považovat za ověřující.

Pomůcky:

- čtyři litrové kádinky,
- čtyři skleněné tyčinky,
- půl litrový odměrný válec,
- lihový fix,
- váhy,
- čtyřicet kelímků.

Chemikálie:

- dvanáct a půl gramu sacharosy,
- dvanáct a půl gramu fruktosy,
- voda.

Postup

Nejdříve připravíme čtyři vzorky. Připravíme půl litru pětiprocentního a půl litru dvacetiprocentního roztoku sacharosy. Poté půl litru pětiprocentního a půl litru dvacetiprocentního roztoku fruktosy.

Čtyřicet kelímků rozdělíme na čtyři skupiny po deseti a každou skupinu označíme jiným trojmístným číselným kódem. Kelímky můžeme připravit a označit během přípravy roztoků. Každý z kelímků bude obsahovat asi půl decilitru roztoku.

Pětiprocentní roztok sacharosy rozlijeme do kelímků označených trojmístným číselným kódem (např. 528). Dvacetiprocentní roztok sacharosy rozlijeme též do deseti kelímků, označených jiným číselným trojmístným kódem (např. 639). Pětiprocentní roztok fruktosy do kelímků označených dalším trojmístným číselným kódem (např. 951) a poslední litr dvacetiprocentního roztoku fruktosy do deseti kelímků označených jiným kódem (např. 753). Opět je důležité, aby žáci v roli hodnotitelů netušili, co se skrývá pod jednotlivými číselnými kódy.

Každý žák v roli hodnotitele dostane čtyři vzorky označené různými kódy. Jeho úkol bude seřadit vzorky podle toho, jak se mu zdají být sladké, do hodnotitelského protokolu. Lawless (2012) doporučuje použít grafickou nestrukturovanou stupnici. Ta se vyznačuje tím, že pro každý vzorek je zde jedna škála, nabývající hodnot *není sladké* až *extrémně sladké*. Žáci na každé přímce označí místo, které si myslí, že odpovídá sladkosti chutnaného vzorku.

Náměty pro učitele do diskuze

Proč je stejné množství různých sladkých látek jiné?

Kde můžeme najít fruktózu v přírodě?

Jakou látku nesmí požívat lidé trpící cukrovkou a kterou naopak mohou? Kde všude je tato látka obsažena a čím ji můžeme nahradit?

Jako důkaz toho, že se ve vzorcích vyskytují jiné látky, můžeme využít některé ze zkoušek na redukující a neredukující sacharidy (viz Káš a kol., 2005).

3.1.3 Rozdílová zkouška – sacharin a cukr

Ježek (2014) popisuje tento příklad jako zkoušku „A“ a „ne A“.

Protože by příprava tohoto cvičení vyžadovala mnoho materiálu a s větší skupinou je prakticky neproveditelná, doporučuji ji pouze pro skupinku nadšenců nebo do chemického kroužku, kde tentokrát budeme počítat s počtem deseti účastníků rozdělených na dvě pětice.

Pomůcky:

- třicet stejných kelímků,
- váhy,
- dvě litrové kádinky,
- půl litrový odměrný válec,
- lihový fix.

Chemikálie:

- padesát gramů sacharosy,
- deset tablet sacharinu,
- voda.

Postup

Nejdříve je potřeba připravit alespoň přibližně stejně sladké roztoky. První vytvoříme rozpuštěním dvaceti pěti gramů sacharosy ve tři čtvrtě litru vody a druhý rozpuštěním pěti tablet sacharinu ve tři čtvrtě litru vody.

Třicet kelímků rozdělíme na šest skupin po pěti a pět skupin označíme každou jiným trojmístným číselným kódem, šestou „A“.

Do prvních patnácti rozlijeme roztok se sacharózou, tak, aby každý obsahoval zhruba půl decilitru. Pět z nich označíme „A“. Dalších pět trojmístným číselným kódem (např. 486) a posledních pět jiným (např. 375). Roztok oslazený sacharinem rozlijeme též do patnácti kelímků po asi půl decilitru. Pět z nich označíme dalším trojmístným číslem (např. 967), dalších pět zase jiným (např. 458) a posledních pět opět odlišným trojmístným číselným kódem (např. 672).

Žákům v roli hodnotitelů nejprve předložíme vzorek se sacharózou označený „A“. Poprosíme je, aby si propláchli ústa vodou vždy před ochutnáním vzorku. Jejich úkolem je ochutnat vzorek „A“ a zapamatovat si jeho chuť. Žákům v roli hodnotitelů odebereme vzorek „A“ a zároveň předložíme hodnotitelský protokol (Příloha 3) a první vzorek (např. 458). Ten jim po ochutnání vezmeme a vyměníme za jiný. Tak to provedeme se všemi vzorky. Doporučené pořadí může být: 458, 967, 486, 672 a 375. Žáci mají určit a zapsat do hodnotitelského protokolu, který z předložených vzorků se shodoval s „A“ a který ne - „ne A“.

Náměty pro učitele do diskuze

Zdály se vám být předložené vzorky shodné? Pokud ne, v čem byly jiné?

Rozeznali jste ještě nějaké vedlejší chutě kromě sladké?

Proč se používají umělá sladidla? Jaká znáte?

Jaké znáte výrobky obsahující umělá sladidla?

3.1.4 Hranice rozpoznání sladké chuti

Každý člověk má jinou hranici toho, jak koncentrovaný musí být nápoj, aby byl rozpoznán jako sladký (Pokorný a kol., 1999). ScienceBuddies (2013) popisují způsob ověření této hranice. Podobný postup popisuje i (Lawless, 2012), avšak s jinou látkou.

Pomůcky:

- odměrný válec půl litrový,
- odměrný válec padesát mililitrů,
- pět kádinek o objemu šest set mililitrů,
- čtyři skleněné tyčinky,

- lihový fix,
- čtyřicet kelímků.

Chemikálie:

- voda,
- padesát gramů sacharosy.

Postup

Nejdřív připravíme roztoky z práškového ovocného nápoje, o koncentraci deset procent, jedno procento, desetiny procenta a setiny procenta. První získáme tak, že rozmícháme padesát gramů sacharosy ve čtyři sta padesáti mililitrů vody (nejlépe destilované). Získáme tak desetiprocentní roztok. Odebereme padesát mililitrů desetiprocentního roztoku a smícháme je s čtyři sta padesáti mililitry vody. Takto dostaneme jednaprocentní roztok. Postup opakuje tak, abychom dostali roztok o koncentraci jedné desetiny procenta a jedné setiny procenta.

Čtyřicet kelímků rozdělíme na čtyři skupiny po deseti a každou skupinu označíme jiným trojmístným číselným kódem.

Každý kelímek bude obsahovat zhruba padesát mililitrů roztoku. Desetiprocentní roztok sacharosy rozlijeme do kelímků označených trojmístným číselným kódem (např. 346), jednaprocentní roztok sacharosy rozlijeme také do deseti kelímků, označených jiným číselným trojmístným kódem (např. 863). Roztok o koncentraci jedné desetiny procenta sacharosy do kelímků označených opět jiným trojmístným číselným kódem (např. 492) a poslední roztok o koncentraci jedné setiny procenta sacharosy do deseti kelímků označených jiným kódem (např. 971). Stejně jako v každé úloze, žáci v roli hodnotitelů nesmí vědět, co se skrývá pod jednotlivými kódy.

Před žáky v roli hodnotitelů je předložen hodnotitelský protokol (Příloha 4) společně se čtyřmi vzorky. Jejich úkol spočívá v ochutnání jednotlivých vzorků a označení těch, kde sladkou chuť rozeznali a kde ne. Žákům bychom měli připomenout důležitost proplachování úst mezi chutnáním jednotlivých vzorků a doporučit krátkou pauzu.

Náměty pro učitele do diskuze

Které vzorky jste cítili sladce a které už ne? Proč na tom každý není stejně?

Co může ovlivňovat hranici, kdy jsme schopni ještě chuť vnímat?

Proč je u této úlohy kladen důraz na vyplachování úst vodou větší než u dalších úloh?

3.1.5 Hodnocení rozdílu intenzity chuti pomocí párové zkoušky (Ježek, 2014)

Toto hodnocení je založeno na posuzování dvojice roztoků. Je o něco komplexnější než ostatní cvičení, hlavně protože se zde nezkoumá pouze chuť sladká, ale i hořká, kyselá, slaná a sladkokyselá.

Stejně jako cvičení se sacharinem a sacharosou je tato úloha složitější i náročnější na materiál. Proto ji opět doporučím pro skupinu deseti nadšenců nebo členů chemického kroužku, kdy pět ze žáků bude úlohu chystat a zbylých pět bude v roli hodnotitelů.

Abychom nenechali nikoho bez práce a zužitkovali čas co nejefektivněji, skupinka hodnotitelů z úlohy se sacharinem a sacharosou bude chystat tuto úlohu. Zato skupinka, která chystala cvičení se sacharinem a sacharosou bude v roli hodnotitelů v této úloze.

Pomůcky:

- deset šest seti mililitrových kádinek,
- deset skleněných tyčinek,
- váhy,
- pět seti mililitrový odměrný válec,
- lihový fix,
- padesát kelímků.

Chemikálie:

- voda,
- osm gramů sacharosy,
- půl gramu kyseliny citronové,
- čtyři gramy chloridu sodného,
- tři desetiny gramu kofeinu,
- jeden a půl decilitru sirupu s citrusovou příchutí.

Postup

Nejdříve si připravíme pět párů vzorků podle tabulky I.

Tab. I Koncentrace látek použité k párové zkoušky

látká	První vzorek (g do 0,5 l dest. vody)	Druhý vzorek (g do 0,5 l dest. vody)
sacharosa	3	5
kyselina citronová	0,25	0,25
NaCl	2,5	1,5
kofein	0,15	0,15
sirup	cca 1:4 s obyčejnou vodou	cca 1:7 s obyčejnou vodou

Zdroj: Ježek (2014)

Padesát kelímků rozdělíme na deset skupin po pěti a každou skupinu označíme jiným trojmístným číselným kódem.

Každý z připravených vzorků nalijeme do pěti kelímků zhruba po půl decilitru. Kelímky označíme trojmístnými číselnými kódy, každou pěticí jiným číslem. Sacharosa může mít čísla např. 194 a 468, kyselina citronová 121 a 614, chlorid sodný 774 a 853, kofein 491 a 637, sirup 846 a 720.

Žákům v roli hodnotitelů rozdáme hodnotitelské protokoly (Příloha 5) a první dvojici kelímků. Budou požádáni o to, aby do hodnotitelských protokolů napsali, zda našli rozdíl ve dvojici. Po zapsání do protokolu budou hodnotitelům vzorky odebrány a vyměněny za další. Tento postup budeme opakovat se všemi pěti dvojicemi.

Náměty pro učitele do diskuze

Proč každý vnímáme chuť jinak?

Jak byste popsali chuť posledního vzorku? (sirup)

Myslíte si, že by se nám hodnotilo lépe pět dvojic vzorků udělaných ze stejné látky pro poznávání rozdílů? V čem by to mohlo pomoci nebo naopak uškodit?

Přetrvávaly chutě ve vašich ústech u každého vzorku stejně dlouhou dobu? Čím to je?

3.2 Hořká chuť

Druhou chutí, na jejíž zkoumání je tato práce zaměřena, je hořká. V senzorických laboratořích se nejvíce používají roztoky kofeinu a chininu. Chinin se využívá například pro zkoušky, kde je potřeba rozeznat chuť. Pro seřazování hořkosti roztoků, identifikaci roztoku a detekci

podnětu je zapotřebí zase kofein. Nejsou potřeba vysoké koncentrace těchto roztoků, protože receptory vnímající hořkost jsou nejcitlivější z chuťových receptorů (Buňka a kol., 2008). V potravinářství se využívají látky, které jsou obsaženy například v pelyňku, v některých rostlinách z rodu Aloe, v kořeni hořce, v kůře chinovníku nebo v chmelu otáčivém. V genetických studiích je využíván fenylythiokarbamid (Opletal a kol., 2007a).

3.2.1 Hodnocení dvou typů čedaru

Poste (1991) popsala hodnocení čedarů pomocí strukturované škály.

Pomůcky:

- dva nože,
- dvě prkénka,
- lihový fix,
- dvacet plastových talířků.

Chemikálie:

- dva typy čedaru, od každého asi dvě stě gramů,
- chléb,
- voda.

Postup

Nakrájíme první čedar na kostičky, které by měly být co nejstejnější tvarem i velikostí. Každý z hodnotitelů dostane talířek se třemi kousky tohoto čedaru označený trojmístným číselným kódem (např. 405). Nakrájíme i druhý čedar a opět položíme na talířky tři kousky a talířky označíme číselným kódem (např. 671).

Každý z žáků v roli hodnotitelů dostane oba talířky společně s hodnotitelským protokolem (Příloha 6). Jejich úkolem je zaměřit se na hořkou chuť čedaru a zhodnotit, jak moc jsou oba hořké. V této úloze je kromě proplachování úst vodou důležité také zbavit se zbytků pevného vzorku z úst pomocí malého sousta chleba mezi ochutnáváním.

Náměty pro učitele do diskuze

Který ze vzorků vám víc chutnal? Proč si myslíte, že většina lidí upřednostňuje ostatní chuť před hořkou?

Jaké další chutě jste rozeznali ve vzorku?

Jaké látky hořké chuti znáte?

Jaké další potravinářské výrobky hořké chuti znáte? Myslíte si, že obsahují stejnou látku, která způsobuje hořkou chuť?

3.2.2 Prahová koncentrace hořké chuti

Weaver a Daniel (2003) popsali cvičení na rozpoznání nejnižší koncentrace hořké chuti.

Pomůcky:

- třicet kelímků,
- tři litrové kádinky,
- váhy,
- tři skleněné tyčinky,
- lihový fix.

Chemikálie:

- dva a půl gramu kofeinu,
- voda.

Postup

Připravíme zásobní roztoky kofeinu pro deset žáků. První roztok bude obsahovat tři desetiny gramu kofeinu v jednom litru vody, druhý šest desetin gramu kofeinu v litru vody a poslední jeden a půl gramu kofeinu v litru vody.

Třicet kelímků rozdělíme na tři skupiny po deseti a každou skupinu označíme jiným trojmístným číselným kódem.

Každý kelímek bude obsahovat asi půl decilitru roztoku. První roztok rozlijeme do kelímků označených trojmístným číselným kódem (např. 042), druhý roztok rozlijeme také do deseti kelímků, označených dalším číselným trojmístným kódem (např. 183). Poslední roztok do kelímků označených opět jiným trojmístným číselným kódem (např. 432).

Žákům - hodnotitelům rozdáme nejdříve nejméně koncentrovaný roztok. Vypláchnou si ústa vodou, jejich úkolem je ochutnat malé množství roztoku a snažit se vnímat hořkou chuť. Poté

si vypláchnou ústa vodou a zopakují postup s koncentrovanějším roztokem a nakonec s nejkoncentrovanějším. Do hodnotitelských protokolů (Příloha 7) zaznačí vzorky, ve kterých rozeznali hořkou chuť a ty, ve kterých ji nerozeznali. Protože je každý člověk jinak citlivý na odlišení základních chutí, žáci mohou poznat svoji nejnížší rozpoznatelnou hranici hořké chuti.

Pro učitele do diskuze

Jaké hořké látky znáte? Jaká myslíte, že byla použita pro tuto úlohu?

Kde se tato látka ještě vyskytuje?

Dále můžeme diskutovat negativní a pozitivní účinky kávy na člověka.

Zajímavé může být i téma kofeinismu.

3.2.3 Vnímání fenylthiokarbamidu

Tato úloha nevyžaduje rozdělení třídy na hodnotitele a ty, kteří chystají úlohu. Její časová náročnost je minimální a přípravy téměř nepotřebuje. Její provedení může být například úvodní cvičení k tématu genetika.

Ne každý může rozpoznat základní chutě stejně, někteří lidé dokonce vůbec. Je geneticky předurčeno, zda můžeme rozpoznat látku PTC (fenylthiokarbamid), která by měla normálně chutnat hořce. Více než dvacet pět procent lidí tuto látku poznat nedokáže.

Se žáky to můžeme otestovat na PTC papírcích. Každý žák dostane jeden PTC papírek a po vypláchnutí úst vloží papírek na třicet až šedesát sekund na jazyk. Po vyjmutí papírku z úst je potřeba polknout sliny a až poté může být nahlášen výsledek, zda cítí nebo necítí hořkou chuť (Weaver & Daniel, 2003).

3.3 Faktory ovlivňující vnímání chuti

Samotné vnímání chuti nabízí prvky bádání, vyžaduje schopnost míchání roztoků i základů dodržování postupů při senzorické analýze. Otázka ovlivňování vnímání chuti ale nabízí větší badatelský potenciál. Na jeho základě je možné rozvíjet badatelské (přírodovědné) myšlení

žáků (viz např. Henrichs & Leseman, 2014) aniž by byla porušena transparentnost daných experimentů (Trna, 2013).

3.3.1 Barva

Barvy působí na podvědomí i vědomí, dokáží člověka ovlivnit (Lawless & Heymann, 1999). Proto je výběr barev pro potraviny velice důležitý. Člověk upřednostňuje barvy podle genderu, ale i kultury nebo například věku (Behenský, 2008). Bylo zjištěno, že nápoje příchuti různých druhů ovoce byly nejpřesněji identifikovány, právě když se barva druhu ovoce shodovala s barvou nápoje (Lawless & Heymann, 1999). Johnson a Clydesdale (1982) zjistili, že čím je nápoj tmavší, tím spíše mají posuzovatelé tendenci ho považovat za sladší. Bylo provedeno velké množství podobných pokusů, ale ne všechny byly průkazné. Závislost barvy na chuti není tedy jasná (Christensen, 1983).

3.3.2 Který barevný nápoj je sladší?

Pro žáky můžeme vytvořit aktivitu ověřující to, jestli vnímáme sladkou chuť jinak díky barvám (*Food Science Activity Guide*). Tato aktivita by mohla zajímat i mladší žáky.

Pomůcky:

- dvacet stejných kelímků,
- dvě litrové nádoby,
- lihový fix.

Chemikálie:

- modré a červené potravinářské barvivo,
- litr bezbarvé sladké limonády.

Postup

Půl litru bezbarvé sladké limonády obarvíme červeným potravinářským barvivem a druhý půl litr pomocí červeného i modrého barviva, fialově. Důležité je aby, aby druhá polovina třídy, hodnotitelé, dopředu neviděli, že jde o stejnou limonádu v obou případech, proto ji přelijeme z originálních obalů do jiných. Barviva nesmíme použít příliš mnoho, aby jeho užití moc nezměnilo chuť původního nápoje.

Deset kelímků označíme stejným číselným trojmístným kódem (např. 428) a dalších deset jiným trojmístným kódem (např. 637).

Do kelímků s kódem 428 nalijeme zhruba půl decilitru červeně obarveného nápoje. Totéž provedeme s fialově obarveným nápojem do druhé skupiny kelímků.

Hodnotitelům předložíme dva kelímky, od každé barvy jeden. Nejdřív poprosíme hodnotitele, aby se napili vody pro připravení úst a poté zkusili první vzorek a všímali si u toho sladké chuti. Po prvním ochutnání je opět nutné napít se vody. Po ochutnání druhého vzorku hodnotitele poprosíme o označení na předem rozdaný hodnotitelský protokol (Příloha 8), jak jim připadal vzorek sladký.

Náměty pro učitele do diskuze

Předpoklad je, že hodnotitelé označí červený nápoj za sladší než fialový. Až po zaznačení do hodnotitelského protokolu prozradíme hodnotitelům, že šlo v obou případech o stejný nápoj. To mohou potvrdit žáci, kteří úlohu chystali.

Předmětem diskuze může být, proč hodnotitelé vnímali stejné nápoje různě.

Jak ovlivňuje barva vnímání i naši pozornost? Ve spojení například s reklamami.

3.3.3 Teplota

Při senzorické analýze je zapotřebí zajistit správnou teplotu vzorku, protože ovlivňuje lidskou chuť. Vzorky se nejčastěji podávají při teplotě pokojové nebo teplotě, kdy je vzorek obvykle konzumován (Ježek, 2014). Lidé mohou mít radši některá jídla a nápoje v závislosti na teplotě (Kähkönen a kol., 1995). Chuťové buňky reagují na teplotu, týká se to všech základních chutí o určitých koncentracích (Weaver & Daniel, 2003). Vyšší teplota zdůrazňuje kyselou a sladkou chuť, zato nižší hořkost. Těchto poznatků se hojně využívá při podávání vín (Málková, 2012). Přestože jsou všechny tyto informace využívány v gastronomii obecně, díky různým experimentům bylo objeveno, že ovlivnění teplotou, například u sladké chuti není tak významné (Green & Nachtigal, 2015).

3.3.4 Jak teplota ovlivňuje vnímání chutí

Cvičení pro žáky na ověření tvrzení ovlivnění sladké chuti můžeme připravit díky sacharóze rozpuštěné ve vodě (viz Weaver & Daniel, 2003).

Pomůcky:

- teploměr,
- třicet stejných kelímků,
- vaříč,
- váhy,
- lednička,
- tři hrnce.

Chemikálie:

- voda,
- sacharosa.

Postup

Připravíme litr a půl desetiprocentního roztoku sacharosy ve vodě. Roztok rozdělíme na třetiny, po půl litrech. První z nich ochladíme na zhruba šest stupňů celsia (jako je ve většině ledniček). Druhou třetinu na asi na třicet stupňů celsia pomocí vaříče či kahanu a poslední na čtyřicet devět stupňů celsia.

Teplotu je vhodné ověřit teploměrem omytým a připraveným pro ověřování látek, které se budou konzumovat. Třicet kelímků rozdělíme na tři skupiny po deseti a každou skupinu označíme jiným trojmístným číselným kódem.

V každém kelímku bude asi půl decilitru roztoku. Nejstudenější roztok sacharosy rozlijeme do deseti kelímků předem označených trojmístným kódem (např. 258), totéž provedeme s třicetistupňovým roztokem, ale do kelímků s jiným číslem (např. 741). Poslední roztok o teplotě čtyřicet devět stupňů celsia také rozlejeme do deseti kelímků, ale opět s jiným číslem (např. 329).

Hodnotitelům předložíme roztoky o různých teplotách s otázkou, který z nich je nejsladší a který z nich je nejméně sladký. Jejich výsledky zaznačí do hodnotitelského protokolu (Příloha 9).

Alternativou může být předložení vzorků, kdy hodnotitelům řekneme, že ve všech vzorcích je stejná koncentrace sacharosy. První krok hodnotitelů bude vyjádřit předpoklad, jak se odrazí teplota na vnímání chuti a poté tuto hypotézu ověřovat pomocí chutnání.

Pro učitele do diskuze

Po ohodnocení můžeme diskutovat o vlivu teploty na sladkou chuť a jejím dalším využití v potravinářství. Proč nám chutná zmrzlina studená a jak je to s ostatními chutěmi, také ovlivňuje teplota jejich vnímání? Kde si to každodenně ověřujeme?

Jaké mohou být další faktory, které ovlivňují vnímání chutí?

Jak myslíte, že by ovlivnilo přípravu cvičení, kdybychom nejdříve každý z litrů vody upravili na danou teplotu a pak v nich rozpouštěli cukr?

3.4 Coca-Cola

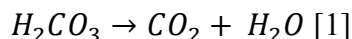
Coca-Cola je jeden z komerčně nejznámějších sycených sladkých nápojů. Není důležitý jen pro potravinářský průmysl, ale můžeme se na ni dívat i z jiných pohledů. Žáci ji znají, protože je pro ně dostupná a objevuje se často v reklamě. Většině žáků chutná. Zájem pro učivo chemie můžeme tedy v žácích vzbudit prostřednictvím Coca-Coly. Znamé, dostupné a atraktivní téma, zaměříme-li se na její komponenty jako jsou sacharidy, sladidla a kyseliny.

3.4.1 Vybrané chemicky významné pokusy s Coca-Colou

Některými pokusy s Coca-Colou můžeme poukázat na látky a jejich chemické vlastnosti, které se v ní vyskytují. Můžeme jimi též připoutat pozornost žáků k tematice senzorické analýzy s Coca-Colou.

Coca-Cola a mentos

Vhodíme mentos do Coca-Coly a čeká nás gejzír. Jde o přeměnu kyseliny uhličitě na oxid uhličitý díky nerovnosti povrchu bonbónů (rovnice 1).



Jejich povrch je tvořen malými póry, které působí jako katalyzátory reakce (Quane a kol., 2009). Pokud chceme zvýšit efektivitu reakce, můžeme požit dietní Coca-Colu, která obsahuje umělá sladidla jako je aspartam. Ten snižuje povrchové napětí kapaliny, a proto se bublinky uvolňují rychleji. Dalšími z faktorů jsou teplota, porozita bonbonů, obsah kofeinu apod. (Huber & Massari, 2014). Téměř každý předmět, který vhodíme do jakéhokoliv perlivého nápoje, podpoří přeměnu kyseliny uhličitě na oxid uhličitý, který se z roztoku pomalu uvolňuje i sám. Ovšem díky porozitě Mentos a obsahu látek v Coca-Cole light je tato konkrétní reakce nejbouřlivější (Coffey, 2008).

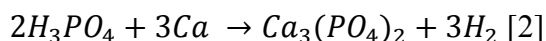
Coca-Cola a mince

Může vyčistit minci, záchod a další věci. Je to díky kyselosti, proto se dá mimo jiné použít na čištění v domácnosti i ocet (Morita a kol., 1978).

Zajímavou alternativou je i rozpuštění hliníkové mince. Stačí využít dřívě platné haléře. Po týdnu v roztoku je již možné pozorovat změny. Úloha může být námětem na delší pozorování – žáci se tak učí dodržovat vědecký postup a vést si záznamy, zároveň pokus nenarušit nekontrolovanými vlivy. Možná je i varianta srovnání vlivu různých colových nápojů na mince.

Coca-Cola a mléko

Pokud smícháme Coca-Colu a mléko, začnou tyto dvě kapaliny reagovat. Mění se a odbarvují. Je to díky reakci kyseliny fosforečné obsažené v Coca-Cole a vápníku (rovnice 2), který tvoří součást mléka (Maric, 2014).



Po chvíli pozorujeme odbarvenou Coca-Colu a na dně sraženinu. Odbarvená kapalina by měla obsahovat původní Coca-Colu, ovšem bez molekul kyseliny fosforečné a sraženina mléko, ovšem se zreagovanou kyselinou fosforečnou na fosforečnan vápenatý (Sharpe & Housecroft, 2014). Další důležitou složkou je kasein, hlavní protein mléka (Hynek a kol., 2015). V jemně kyselém prostředí (jako mléko, okolo 6,6) je negativně nabitý a netvoří sraženinu. Pokud se ale prostředí, ve kterém je kasein obsažen sníží, není už negativně nabitý a vytvoří sraženinu

(Kunz & Lönnerdal, 1990). Kyselost Coca-Coly je mírně pod pH 3 díky kyselině fosforečné (Applebaum, 2013). Sraženina je tmavá díky reakci proteinu s karamelovým barvivem obsaženým v Coca-Cole.

3.4.2 Příklad komplexního edukačního experimentu se senzorickou tematikou

Tento příklad byl vytvářen ve spolupráci s mojí spolužačkou, Markétou Zoufalou, která v rámci své bakalářské práce zpracovává rovněž téma senzorické analýzy, konkrétně chutnání kyselé a slané. Propojením obou prací je tento komplexní experiment.

Problémovou otázkou do výuky chemie představuje, zda i po úpravách bude rozpoznatelné, jestli pijeme Coca-Colu či nikoliv, jak to změní její chuť. Předpokladem je, že žáci nápoj nepoznají, což bude později působit motivačně. Dalším motivačním prvkem, jak již bylo zmíněno výše, je zkoumání žákům známé látky, tj. aktualizace vzdělávacího obsahu (viz např. Lindner & Kubat, 2014).

Aktivita je zahájena chutnáním neznámého nápoje žáky. Pokud žáci nápoj nepoznají, učitel odtajní, že se jedná o Coca-Colu. Následuje diskuse nad tím, v čem se podle žáků nápoj liší od podoby, ve které jej znají. Žáci jsou tak sami metodou brainstormingu vedeni k přemýšlení nad základními laboratorními operacemi. V úvodu aktivity je tak dán prostor otázkám adsorpčních schopností živočišného uhlí, postupu filtrace (princip, výběr vhodného filtru), rozpustnosti oxidu uhličitého ve vodě, rozpustnosti pevných látek ve vodě, základním principům titrace nebo možnostem měření pH.

Pomůcky:

- třecí miska a tlouček,
- sto mililitrový odměrný válec,
- čtyři dvě stě padesáti mililitrové kádinky,
- skleněná tyčinka,
- stojan,
- filtrační kruh, filtrační nálevka, filtrační papír,
- vaříč,
- váhy,
- magnetická míchačka, míchadlo,
- byreta dvacet pět mililitrů,

- nálevka,
- senzor pro měření pH.

Chemikálie:

- padesát mililitrů Coca-Coly,
- voda,
- živočišné uhlí v tabletách,
- pět gramů jedlé sody.

Postup

1. Nadrtneme čtyři tablety živočišného uhlí a smícháme ho s padesáti mililitry Coca-Coly.
2. Přefiltrujeme suspenzi.
3. Filtrát krátce povaříme.
4. Připravíme padesát mililitrů desetiprocentního roztoku jedlé sody.
5. Vychladlou odbarvenou Coca-Colu neutralizujeme pomocí roztoku jedlé sody až do pH sedm.

Postup – odbarvení

Žáci sami identifikovali jednotlivé kroky postupu. Je však důležité, aby bylo jejich pořadí předem určeno. Z toho důvodu je předložen tento navržený postup.

V první části pokusu je nutné odbarvit Coca-Colu. Vzhledem k tomu, že je tato úloha navrhnutá pro senzorickou analýzu, je zapotřebí využít živočišné uhlí v tabletách. Jeden ze záměrů úlohy je ukázat žákům možnost experimentovat s látkami běžně se vyskytujícími v domácnostech.

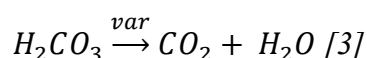
V prvním kroku nadrtíme čtyři tablety živočišného uhlí na prášek například ve třecí misce a tento prášek smícháme s asi padesáti mililitry Coca-Coly, která je předem nalita v kádince. Účinek by měl být vidět téměř okamžitě po promíchání. Pokud se tak nestane, je možné přidat další rozdrcenou tabletu živočišného uhlí. Tato úloha nevyžaduje úplné odbarvení, důležitá je možnost poznat změnu.

Ve chvíli, kdy je Coca-Cola dostatečně odbarvena, následuje filtrace. Coca-Colu s živočišným uhlím nalijeme do filtrační nálevky s filtračním papírem připevněnou ke stojanu pomocí filtračního kruhu. Filtrační nálevka by měla ústít do čisté kádinky.

Zajímavým zjištěním je vliv barvy na vnímanou chuť látky, jak je naznačeno v kapitole 2.2.7. Závěrem tohoto kroku je i diskuze o průběhu filtrace, jejím využití mimo laboratoř, popřípadě druhích filtrace. Diskutovat s žáky můžeme i adsorpční vlastnosti aktivního uhlí, proč odbarvila Coca-Colu a zároveň pomáhá při střevních potížích.

Postup - zbavení se kyselé chuti

S odbarvenou a přefiltrovanou Coca-Colou můžeme pracovat dál. Díky krátkému povaření (stačí, aby byl rozpoznatelný var) se zbavíme zbývajících kyselin uhličitých, která vyšumí ve formě oxidu uhličitého (rovnice 3). Horkou odbarvenou Coca-Colu necháme vychladnout.



Na konci tohoto kroku je možné diskutovat rozpustnost oxidu uhličitého ve vodě. Ověření je možné pomocí senzoru pro měření oxidu uhličitého, kterým můžeme dokázat obsah oxidu uhličitého ve vydechovaném vzduchu. Po ověření přítomnosti oxidu uhličitého při výdechu je možné změřit kyselost vody pomocí senzoru pro měření pH. Do vody mohou žáci foukat brčky vzduch a sledovat změnu pH (viz Filipenská & Böhm).

Částečná hydratace oxidu uhličitého může za vznik kyseliny uhličitě ve vodě. Tímto způsobem se ale nepřemění všechny oxid uhličitý, který do vody vdechujeme, ale pouhých 0,3% (Svoboda, 2005). Rovnováha rovnice vzniku oxidu uhličitého a vody z kyseliny uhličitě je posunuta výrazně ve směru produktů. Kyselina uhličitá je velice nestálá látka, kterou se dokonce ani nepodařilo z vody izolovat. Přestože se snadno rozpadá a volná v podstatě neexistuje, její soli jsou stále a často používané (Jursík, 2001).

Otázka pro žáky související se solemi kyseliny uhličitě může být, jaké uhličitany znají z běžného života. Tím se můžeme dostat k jedlé sodě, její zásaditosti a nápadu neutralizace kyseliny fosforečné obsažené v Coca-Cole.

V době, kdy Coca-Cola chladne, můžeme přejít k dalšímu kroku. Kyselinu fosforečnou, která je v Coca-Cole také obsažena a dokonce uvedena na etiketě, neutralizujeme pomocí desetiprocentního roztoku jedlé sody. Ten namícháme tak, že smícháme pět gramů jedlé sody v prášku se čtyřiceti pěti mililitry vody a úplně rozpustíme. Důvody k použití jedlé sody jako zásady jsou stejné jako v případě živočišného uhlí. K neutralizaci použijeme byretu, kam

nalijeme část roztoku jedlé sody, abychom mohli určit přesné pH pomocí pH senzoru (v našem případě bezdrátový, značky Vernier). Na magnetickou míchačku postavíme kádinku s odbarvenou Coca-Colou, do ní řádně omyté magnetické míchadlo. Postupným přidáváním roztoku jedlé sody z byrety můžeme neutralizovat až do hodnoty pH sedm.

Kyselina fosforečná se přidává do různých nealkoholických nápojů jako aditivum pod značkou E 381. Kromě vytváření typické chuti se přidává do nápojů i kvůli zabraňování změně barvy nápojů. Nejdůležitější složka kyseliny fosforečné je fosfor. Doporučená denní dávka fosforu se pohybuje okolo 1200 mg na den. Nadbytečný nebo nedostatečný příjem fosforu může být pro náš organismus nebezpečný (Červenka a kol., 2016).

Součástí diskuze s žáky může být otázka, proč si myslí, že se do nápojů přidává kyselina fosforečná, k čemu je užitečná, případně její dopady na zdraví člověka. Dále je možné zapojit výše popsany experiment, kdy Coca-Cola vyčistí minci. Je možné se zmínit o Coca-Cole jako univerzálním čističi do koupelen a následně diskutovat důvody zdravotní nezávadnosti při pití Coca-Coly na základě těchto faktů.

K této úloze je pro žáky připraven pracovní list (Příloha 10).

S žáky můžeme též diskutovat změny v postupu, kdybychom použili jinou limonádu, jako je například Sprite, Fanta nebo džus.

V nelaboratorních podmínkách

Tento pokus je možné provést i v podmínkách, kdy se nedostaneme k laboratornímu nádobí. Stačí provést několik změn, díky kterým bude cvičení jen o něco méně přesné. Místo nálevky, kádinek, třecí misky a tloučku lze použít i kuchyňské nádobí. Byretu úplně vynecháme a zvolíme postupné přilévání malých množství jedlé sody do odbarvené Coca-Coly. Během přilévání můžeme měřit pH pomocí lakmusového papírku.

Aby bylo možné Coca-Colu ochutnávat i po měření pH, což nemusí být po namočení lakmusového papírku vhodné, můžeme zvolit variantu dvou stejných nádob se stejným množstvím odbarvené Coca-Coly. Do obou nádob přiléváme stejné množství roztoku jedlé sody, ale pouze v jednom měříme pH. Pokud vše provedeme správně, je jasné, že v obou případech bude pH téměř stejné.

Další variantou měření pH v nelaboratorních podmínkách je připravit výluh z červeného zelí například podle souboru pracovních listů Domácí chemické pokusy (Solárová, 2011). Pokud opět použijeme systém dvou stejných nádob, stačí do jedné nalít tento indikátor a oba následně neutralizovat, dokud se nádoba s indikátorem nezmění na světle růžovou.

Žáci mohou být navedeni učitelem k tomu, aby mohli vymyslet postup doma sami.

Ochutnávání a měření pH

Pro názornost jsme vytyčily několik bodů, kdy se Coca-Cola ochutnává, aby bylo možné rozpoznat všechny změny:

- ihned po otevření Coca-Coly,
- po odbarvení,
- po vychladnutí povařeně odbarvené Coca-Coly,
- po neutralizaci jedlou sodou.

Žáci během přípravy tohoto pokusu budou samozřejmě ochutnávat. Proto je potřeba veškeré nádoby předem pořádně omýt a propláchnout vodou. V hodnotitelském protokolu (Příloha 11) zaznačí výsledky svého ochutnávání v každém z uvedených bodů.

Ve stejných intervalech se také měří pH, až na poslední bod, kdy neplatí „po neutralizaci“, ale už „při neutralizaci“, aby bylo možné indikovat změny pH.

Návrhy na další propojení experimentu

Podle skript Analytická chemie 1. Díl (Záruba, 2016) je možné určit alkalimetry (s využitím hydroxidu sodného) kyselinu fosforečnou v Coca-Cole.

Lze porovnávat pH Coca-Coly s ostatními látkami, jako jsou džusy nebo citron. Bavit se o příčinách různé vnímané sladké a kyselé chuti.

Diskutovat zdravotní rizika spojená s vysokým příjmem cukrů ve slazených nápojích.

4 Diskuse

Ze zkušeností s mými spolužáky a vrstevníky vím, že chemie je a byla jeden z předmětů nejméně oblíbených. Setkala jsem se jen s málo názory, které byly opačné. Vždy, když jsem se ale ptala, jak to bylo u těch, kteří měli chemii rádi, odpověděli vždy, že se neučili jen a pouze vzorce nazpaměť, ale naopak jim učitelé ukazovali krásy chemie pomocí pokusů a experimentů. Různí autoři dokázali na svých průzkumech, že chemie opravdu oblíbená mezi žáky není (např. Höfer & Svoboda, 2005; Kubiátko, 2016; Rusek, 2011; Stables, 1990; Škoda & Doulík, 2009; Švandová & Kubiátko, 2012; Veselský & Hrubíšková, 2009).

Mou motivací k tvorbě této práce byl předpoklad, že by experimenty mohly zvýšit oblíbenost a zájem žáků o chemii. To se mi potvrdilo ve studované literatuře (Blažek & Příhodová, 2016; Kubiátko, 2016; Kubiátko a kol., 2012; Salta & Tzougraki, 2004; Škoda & Doulík, 2009; Veselský & Hrubíšková, 2009).

Výše popsané experimenty nebyly zkoušeny přímo na skupině žáků, ale skupince šesti studentů. Na základě jejich reakcí, hodnocení a pochopení cvičení jsem upravila některá množství a formulace vět. Na této skupince studentů se i částečně potvrdil předpoklad zájmu o chemii. Při pokusech se sami zajímali o doplňující otázky, a dokonce se i ptali na vysvětlení některých jevů.

S největším úspěchem u skupinky studentů jsem se, podle předpokladu, setkala u komplexního edukačního experimentu využívajícího Coca-Colu.

Navržené postupy by dále měly být ověřeny ve školní praxi. Zvláštní důraz by měl být kladen na tvorbu hypotéz a dodržování jasného postupu. Následně by mohla být hodnocena efektivita zařazení podobných cvičení na začátku výuky přírodovědných předmětů a zkoumána korelace se schopností žáků bádát.

5 Závěr

Senzorická analýza je v dnešní době aktuálním tématem. Má mnoho pravidel a východisek, která v této práci nebyla popsána podrobně, protože to charakter práce nevyžadoval. Mnohem důležitější bylo přiblížit témata do hodin chemie, pracovat s laboratorním vybavením na základní úrovni nebo zvýšit zájem žáků o chemii jako přírodní vědu. To mohou umožňovat navrhnutá cvičení, která se týkala zkoumání hořké a sladké chuti, konkrétněji zkoumání prahu citlivosti těchto chutí, rozpoznání koncentrací, rozeznání rozdílů nebo faktory ovlivňujícími chuť.

Toto téma jsem si vybrala, protože spojuje oba moje obory, chemii a výchovu ke zdraví, ale také i kvůli tomu, že věřím ve výuku chemie pomocí experimentů a cvičení. Je podle mě mnohem užitečnější než frontální styl výuky. Jednoduchost postupů navíc umožňuje rozvíjet kompetence žáků experimentovat, také rozvíjet jejich přírodovědné myšlení, tj. hlavní cíl přírodovědného vzdělání.

Ve cvičeních byly využity látky, které jsou žákům dobře známé, jako jsou některé cukry, sacharin, kofein, jedlá soda nebo i Coca-Cola. Jde tak z části o omezení netransparentnosti, z části o motivaci prací se známou látkou nebo tématem. Komplexní edukační experiment využívající Coca-Colu se nakonec ukázal jako stěžejní pro tuto práci. Je zde navrženo laboratorní cvičení využívající mnohé úkony v laboratoři běžně prováděny. Žáci sami navrhnou jeho postup.

6 Použitá literatura

- Applebaum, R. (2013, 21.4.2013). WATER VS. COKE FACEBOOK POST: TRUE OR FALSE. Unbottled. Dostupné z <http://www.coca-colacompany.com/coca-cola-unbottled/water-vs-coke-facebook-post-true-or-false>
- Barton, D., Pradhan, S., Sternhell, S., & Templeton, J. (1961). 48. Triterpenoids. Part XXV. The constitutions of limonin and related bitter principles. *Journal of the Chemical Society (Resumed)*, 255-275.
- Bayod, E., Willers, E. P., & Tornberg, E. (2008). Rheological and structural characterization of tomato paste and its influence on the quality of ketchup. *LWT-Food Science and Technology*, 41(7), 1289-1300.
- Behenský, V. (2008). *Vliv barev na senzorické posouzení potravin a pokrmů konzumentem*. UTB, Zlín.
- Behrens, M., & Meyerhof, W. (2013). *Bitter taste receptor research comes of age: from characterization to modulation of TAS2Rs*. Prezentováno na Seminars in cell & developmental biology.
- Beneš, P. (1999). *Reálné modelové experimenty ve výuce chemie*: Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta. ISBN: 8086039811
- Beneš, P., Rusek, M., & Kudrna, T. (2015). Tradice a současný stav pomůckového zabezpečení edukačního chemického experimentu v České republice. *Chemické listy*, 109(2), 159-162.
- Blažek, R., & Příhodová, S. (2016). Mezinárodní šetření PISA 2015 *Národní správa, Přírodovědná gramotnost*. Praha.
- Brabcová, L., & Vítová, E. (2010). *Senzorické a analytické hodnocení chutnosti sýrových analogů*. (Diplomová práce), Vysoké učení technické, Brno.
- Buňka, F., Hrabě, J., & Vospěl, B. (2008). *Senzorická analýza potravin I*: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. ISBN: 8073186284
- Coffey, T. S. (2008). Diet Coke and Mentos: What is really behind this physical reaction? *American Journal of Physics*, 76(6), 551-557.
- Čegan, A., & Korecká, L. (2008). Biochemie pro bakalářské studium chemie a technické chemie. *Univerzita Pardubice, fakulta chemicko-technologická*.
- Černocký, B., Hedvábná, H., Herink, J., Janoušková, S., Kubištová, I., Maršák, J., & Svobodová, J. (2011). *Přírodovědná gramotnost ve výuce. Příručka pro učitele se souborem úloh*. Praha: Národní ústav pro vzdělávání, školské poradenské zařízení a zařízení pro další vzdělávání pedagogických pracovníků, divize VÚP.

- Červenka, L., Červenková, Z., & Bencová, P. (2016). *Aditiva v nealkoholických nápojích a jejich vliv na zdraví: mýty a fakta*. Nové trendy v gastronomii, hotelnictví a cestovním ruchu, (s. 13-20).
- Čopíková, J., Lapčík, O., Uher, M., Moravcová, J., & Drašar, P. (2006). Cukerná nesacharidová sladidla a příbuzné látky. *Chem. Listy*, 100, 778-783.
- Čopíková, J., Moravcová, J., Wimmer, Z., Opletal, L., Lapčík, O., & Drašar, P. (2013). Náhradní sladidla. *Chem. Listy*, 107, 867-874.
- Čopíková, J., Wimmer, Z., Lapčík, O., Cahlíková, L., Opletal, L., Moravcová, J., & Drašar, P. (2014). Přírodní látky svíravé a trpké chutí. *Chem. Listy*, 108, 1053-1057.
- Dale, E. (1969). Audiovisual methods in teaching.
- Filipenská, L., & Böhm, P. Okyselování vody pomocí CO₂. 10.4.2017. Dostupné z <http://www.vernier.cz/video/okyselovani-vody-co2>
- Food Science Activity Guide*. Institute of food Technologist. Citováno dne: 27. 3. 2017. Dostupné z: <http://www.ift.org/~media/Knowledge%20Center/Learn%20Food%20Science/Food%20Science%20Activity%20Guide/activityguide.pdf>, (s. 55-60).
- Glendinning, J. I. (1994). Is the bitter rejection response always adaptive? *Physiology & behavior*, 56(6), 1217-1227.
- Gramotnosti ve vzdělávání: příručka pro učitele*. (2011). Praha: Výzkumný ústav pedagogický.
- Green, B. G., & Nachtigal, D. (2015). Temperature affects human sweet taste via at least two mechanisms. *Chemical senses*, 391-399.
- Greenly, L. W. (2003). A doctor's guide to sweeteners. *Journal of chiropractic medicine*, 2(2), 80-86.
- Henrichs, L. F., & Leseman, P. P. (2014). Early science instruction and academic language development can go hand in hand. The promising effects of a low-intensity teacher-focused intervention. *International Journal of Science Education*, 36(17), 2978-2995.
- Höfer, G., & Svoboda, E. (2005). Některé výsledky celostátního výzkumu: Vztah žáků ZŠ a SŠ k výuce obecně a zvláště pak k výuce fyziky. *Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky*, 2(52-70).
- Horák, T., Čulík, J., Jurková, M., Čejka, P., Kellner, V., Dvořák, J., & Hašková, D. (2010). Možnosti využití moderních metod přípravy vzorků pro plynově chromatografické analýzy při analýze nápojů a zejména piva. Část I. *Literární přehled. Kvasný Prum*, 56, 358-366.
- Huber, C. J., & Massari, A. M. (2014). Quantifying the Soda Geyser. *Journal of Chemical Education*, 91(3), 428-431. doi:10.1021/ed300694n

- Hynek, R., Valentová, O., & Kodíček, M. (2015). *Biochemie: chemický pohled na biologický svět* (1 ed.). Praha: VŠCHT. ISBN: 978-80-7080-927-3
- Christensen, C. M. (1983). Effects of color on aroma, flavor and texture judgments of foods. *Journal of Food Science*, 48(3), 787-790.
- Jelínek, J., & Zicháček, V. (2007). *Biologie pro gymnázia*. 9. vyd. . Retrieved from Olomouc:
- Ježek, F. (2014). *Senzorická analýza potravin, Návod na cvičení*. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita Brno. ISBN: 978-80-7305-725-1
- Johnson, J., & Clydesdale, F. (1982). Perceived sweetness and redness in colored sucrose solutions. *Journal of Food Science*, 47(3), 747-752.
- Jursík, F. (2001). *Anorganická chemie nekovů*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze. ISBN: 01-291-1/01
- Kähkönen, P., Tuorila, H., & Hyvönen, L. (1995). Dairy fat content and serving temperature as determinants of sensory and hedonic characteristics in cheese soup. *Food Quality and Preference*, 6(2), 127-133.
- Káš, J., Kodíček, M., & Valentová, O. (2005). *Laboratorní techniky biochemie*: Vysoká škola chemicko-technologická. ISBN: 8070805862
- Kerry, J. P., Kerry, J. F., & Ledward, D. (2002). *Meat processing: Improving quality*: Elsevier. ISBN: 1855736667
- Kodíček, M., Valentová, O., & Hynek, R. (2015). *Biochemie: chemický pohled na biologický svět*. Praha: VŠCHT. ISBN: 978-80-70-80-927-3
- Kolb, D. (1984). Experiential learning as the science of learning and development. *Englewood Cliffs: Prentice-Hall*.
- Komenský, J. A. (1948). *Didaktika velká* (A. Krejčí, Překl.). Brno: Komenium. ISBN: 80-7178-253-X
- Kubiatko, M. (2016). Sémantický diferenciál jako jedna z možností zkoumání postojů k chemii u žáků druhého stupně základních škol. *Scientia in educatione*, 7(1), 2-15.
- Kubiatko, M., Švandová, K., Šibor, J., & Škoda, J. (2012). Vnímání chemie žáky druhého stupně základních škol. *Pedagogická orientace*, 22(1), 82-96.
- Kunz, C., & Lönnerdal, B. (1990). Human-milk proteins: analysis of casein and casein subunits by anion-exchange chromatography, gel electrophoresis, and specific staining methods. *The American journal of clinical nutrition*, 51(1), 37-46.
- Lachenmeier, D. W. (2007). Assessing the authenticity of absinthe using sensory evaluation and HPTLC analysis of the bitter principle absinthin. *Food Research International*, 40(1), 167-175.

- Lapčík, O., Čopíková, J., Uher, M., Moravcová, J., & Drašar, P. (2007). Necukerné přírodní látky sladké chuti. *Chem. Listy*, 101, 44-54.
- Lapčík, O., Opletal, L., Moravcová, J., Čopíková, J., & Drašar, P. (2011). Přírodní látky a jejich deriváty chuti pálivé. *Chem. Listy*, 105, 452-457.
- Lapčík, O., Wimmer, Z., Opletal, L., Moravcová, J., Čopíková, J., & Drašar, P. (2015). Přírodní látky kyselé chuti. *Chem. Listy*, 109, 488-491.
- Lawless, H. T. (2012). *Laboratory Exercises for Sensory Evaluation*: Springer US. ISBN: 9781461457138
- Lawless, H. T., & Heymann, H. (1999). *Sensory Evaluation of Food: Principles and Practices*: Springer. ISBN: 9780834217522
- Lindner, M., & Kubat, C. (2014). Science Camps in Europe--Collaboration with Companies and School, Implications and Results on Scientific Literacy. *Science Education International*, 25(1), 79-85.
- Macků, I. (2009). *Viskoelastické a senzorické vlastnosti tavených sýrů s přídavkem pektinu*. UTB, Zlín.
- Maehashi, K., Matano, M., Wang, H., Vo, L. A., Yamamoto, Y., & Huang, L. (2008). Bitter peptides activate hTAS2Rs, the human bitter receptors. *Biochemical and biophysical research communications*, 365(4), 851-855.
- Machová, J. (2002). *Biologie člověka pro učitele*: Karolinum. ISBN: 80-7184-867-0
- Málková, M. (2012). *Vlastnosti červeného vína a jeho uplatnění v gastronomii*. UTB, Zlín.
- Marádová, E. (2001). *Výživa a hygiena ve stravovacích službách*: Vysoká škola hotelová v Praze 8, Katedra hotelnictví. ISBN: 8086578011
- Maric, V. (2014, 7.2.2014). What Happens When You Mix Coca Cola and Milk. Science Experiments. Dostupné z <http://science.wonderhowto.com/news/what-happens-when-you-mix-coca-cola-and-milk-0156017/>
- Morita, T., Fujita, I., & Iwamura, J. (1978). Sweetening compound, method of recovery, and use thereof: Google Patents.
- Murphy, P. K., Firetto, C. M., & Greene, J. A. (2016). Enriching Students' Scientific Thinking Through Relational Reasoning: Seeking Evidence in Texts, Tasks, and Talk. *Educational Psychology Review*, 1-13.
- Nádaský, P. (2010). Senzorická stabilita piva. *Chem. Listy*, 104, 838-845.
- Opletal, L., Čopíková, J., Uher, M., Lapček, O., Moravcová, J., & Drašar, P. (2007a). Přírodní látky hořké chuti. *Chem. Listy*, 101(11), 895-906.

- Opletal, L., Čopíková, J., Uher, M., Lapčák, O., Moravcová, J., & Drašar, P. (2007b). Přírodní látky hořké chuti. *Chemické listy*, 101, 895-906.
- Opletal, L., Wimmer, Z., Čopíková, J., Lapčík, O., Moravcová, J., Cahlíková, L., & Drašar, P. (2011). Slaná chuť přírodních látek a jejich derivátů. *Chem. Listy*, 105, 761-765.
- Palečková, J. (2007). Hlavní zjištění výzkumu PISA. Praha: Ústav pro informace ve vzdělání.
- Petriková, V., & Patočka, J. (2006). Káva očima toxikologa. *Vojenské zdravotnické listy*, 3-4.
- Piaget, J., & Inhelderová, B. (1997). *Psychologie dítěte*. Praha. ISBN: 80-7178-146-0
- Pokorný, J., & Kubišová, M. (1993). *Metody senzorické analýzy potravin a stanovení senzorické jakosti*. Ústav zemědělských a potravinářských informací. ISBN: 8085120348
- Pokorný, J., Panovská, Z., & Valentová, H. (1999). *Senzorická Analýza Potravin*. Praha: VŠCHT Praha. ISBN: 80-7080-329-0
- Poste, L. (1991). *Laboratory methods for sensory analysis of food*. Ottawa: Canada Communication Group. ISBN: 0-660-13807-7
- Quane, S., Klos, Z., & Jacobsen, R. (2009). *In-class quantification of the MENTOS and Diet Coke analogue experiment: Effects of wind on volcanic isopach patterns*. Prezentováno na AGU Spring Meeting Abstracts.
- Račická, E. (2012). Náhradní sladidla, jejich místo v současné diabetologii. *Interní medicína pro praxi*, 14(8 a 9), 331-335.
- Rusek, M. (2011). Postoj žáků k předmětu chemie na středních odborných školách. *Scientia in educatione*, 2(2).
- Salta, K., & Tzougraki, C. (2004). Attitudes toward chemistry among 11th grade students in high schools in Greece. *Science Education*, 88(4), 535-547.
- ScienceBuddies. (2013, 5. 12. 2013). Sensory Science: Testing Taste Thresholds. Dostupné z <https://www.scientificamerican.com/article/bring-science-home-taste-thresholds/>
- Shahidi, F., Rubin, L. J., D'Souza, L. A., Teranishi, R., & Buttery, R. G. (1986). Meat flavor volatiles: a review of the composition, techniques of analysis, and sensory evaluation. *Critical Reviews in Food Science & Nutrition*, 24(2), 141-243.
- Sharpe, A. G., & Housecroft, C. E. (2014). *Anorganická chemie* (1 ed.). Praha: VŠCHT. ISBN: 978-80-7080-872-6
- Schmaltz, R. M., Jansen, E., & Wenckowski, N. (2017). Redefining Critical Thinking: Teaching Students to Think like Scientists. *Frontiers in Psychology*, 8.
- Solárová, M. (2011). Domácí chemické pokusy. *Ostrava: OU*.

- Stables, A. (1990). Differences between pupils from mixed and single-sex schools in their enjoyment of school subjects and in their attitudes to science and to school. *Educational Review*, 42(3), 221-230.
- Svoboda, J. (2005). *Organická chemie I*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická. ISBN: 8070805617
- Šípal, Z., Anzenbacher, P., Peč, P., Pospíšil, J., & Růžička, I. (1992). *Biochemie*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství. ISBN: 80-04-21736-2
- Škoda, J., & Doulík, P. (2009). Lesk a bída školního chemického experimentu. *Výzkum, teorie a praxe v didaktice chemie XIX. Research, Theory and Practice in Chemistry Didactics XIX*, 1, 238-245.
- Švandová, K., & Kubiátka, M. (2012). Faktory ovlivňující postoje studentů gymnázií k vyučovacímu předmětu chemie. *Scientia in educatione*, 3(2).
- Tkáč, J., Švitel, J., & Šturdík, E. (1999). Biosenzory na stanovení sacharidů. *Chem. Listy*, 93, 563-569.
- Trna, J. (2013). Fyzika: Záhadná setrvačnost těles v jednoduchých experimentech. In T. Janík, J. Slavík, V. Mužík, J. Trna, T. Janko, V. Lokajíčková, J. Lukavský, E. Minaříková, J. Sliacky, & Z. Šalamounová (Eds.), *Kvalita (ve) vzdělávání: obsahově zaměřený přístup ke zkoumání a zlepšování výuky* (pp. 284-293). Brno: Masarykova univerzita.
- Varela, P., Gambaro, A., Giménez, A., Duran, I., & Lema, P. (2003). Sensory and instrumental texture measures on ketchup made with different thickeners. *Journal of Texture Studies*, 34(3), 317-330.
- Veselský, M., & Hrubíšková, H. (2009). Zájem žáků o učební předmět chemie. *Pedagogická orientace*, 19(3), 45-64.
- Weaver, C. M., & Daniel, J. R. (2003). *The food chemistry laboratory: a manual for experimental foods, dietetics, and food scientists*. CRC Press. ISBN: 0849312930
- Wimmer, Z., Opletal, L., Čopíková, J., Moravcová, J., Abdulmeanea, K., Lapčík, O., & Drašar, P. (2012). Kovová chuť přírodních látek a jejich derivátů. *Chem. Listy*, 106, 926-930.
- Záruba, K. (2016). *Analytická chemie 1. díl*. Praha: VŠCHT. ISBN: 978-80-7080-950-1
- Zormanová, L. (2014). *Obecná didaktika: pro studium a praxi*. Praha: Grada Publishing, a.s. ISBN: 8024745909

Seznam obrázků

Použité obrázky:

1. Jeffrey Anderson. [cit. 2017-02-20] Dostupný pod licencií Creative Commons na WWW:<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?search=dale+the+cone+of+experience&title=Special:Search&go=J%C3%ADt+na&uselang=cs&searchToken=earg31zcjhor2cszg61bj2w35#/media/File:Edgar_Dale%27s_cone_of_learning.png>
2. Mrgreen71. [cit. 2017-03-17] Dostupný pod licencií Creative Commons na WWW:<<https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Absinthin#/media/File:Absinthin.svg>>
3. CYL. [cit. 2017-03-17] Dostupný pod licencií Creative Commons na WWW:<<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Quinine.svg?uselang=cs#/media/File:Quinine.svg>>
4. Fvasconcellos. [cit. 2017-03-18] Dostupný pod licencií Creative Commons na WWW:<<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Limonin.svg?uselang=cs#/media/File:Limonin.svg>>
5. Benjah-bmm27. [cit. 2017-03-18] Dostupný pod licencií Creative Commons na WWW:<<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Salicin-2D-skeletal.png?uselang=cs>>
6. Paginazero. [cit. 2017-03-18] Dostupný pod licencií Creative Commons na WWW:<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Caffeina_struttura.svg#/media/File:Caffeina_struttura.svg>
7. Harbin. [cit. 2017-03-18] Dostupný pod licencií Creative Commons na WWW:<<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Theobromine.svg?uselang=cs#/media/File:Theobromine.svg>>
8. User:Mysid. [cit. 2017-04-10] Dostupný pod licencií Creative Commons na WWW:<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Phenylthiocarbamide_structure.svg?uselang=cs#/media/File:Phenylthiocarbamide_structure.svg>
9. NEUROtiker. [cit. 2017-03-25] Dostupný pod licencií Creative Commons na WWW:<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Glucose_Haworth.png?uselang=cs#/media/File:Alpha-D-Glucopyranose.svg>
10. Wersalius. [cit. 2017-03-25] Dostupný pod licencií Creative Commons na WWW:<<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Galakt%C3%B3za.svg?uselang=cs#/media/File:Galakt%C3%B3za.svg>>
11. Rob Hooft. [cit. 2017-03-25] Dostupný pod licencií Creative Commons na WWW:<<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?title=Special:Search&limit=500&offset=0&profile=default&search=fructose&uselang=cs&searchToken=1enh0a6agfqbkoxu0t27bb7r5#/media/File:Alpha-d-fructose.svg>>
12. Vaccinationist. [cit. 2017-03-25] Dostupný pod licencií Creative Commons na WWW:<https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Sucrose#/media/File:Haworth_projection_of_sucrose.svg>
13. NEUROtiker. [cit. 2017-03-19] Dostupný pod licencií Creative Commons na WWW:<https://commons.wikimedia.org/wiki/Lactose#/media/File:Lactose_Haworth.svg>

14. Wesalius. [cit. 2017-03-23] Dostupný pod licencí Creative Commons na
WWW:<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Malt%C3%B3za.svg?uselang=cs#/media/File:Malt%C3%B3za.svg>

7 Přílohy

Příloha 1

Hodnotitelský protokol

Seřaďte vzorky (564, 879, 213, 417) podle toho, jak se Vám zdály být sladké do tabulky. Nalevo bude vzorek, který se Vám zdál sladký nejméně a napravo vzorek, který se Vám zdál být nejsladší.

--	--	--	--

Příloha 2

Hodnotitelský protokol

Na škálách označte na škále, jak se Vám zdály být vzorky sladké.

Vzorek č. 528

Není vůbec sladký

Je extrémně sladký

Vzorek č. 639

Není vůbec sladký

Je extrémně sladký

Vzorek č. 951

Není vůbec sladký

Je extrémně sladký

Vzorek č. 753

Není vůbec sladký

Je extrémně sladký

Příloha 4

Hodnotitelský protokol

Označte kroužkem vzorky, u kterých jste jasně rozeznali sladkou chuť.

492 863 346 971

Příloha 5

Hodnotitelský protokol

Zaznačte do tabulky, zda jste našli rozdíl v předložených dvojicích.

	Rozdílné	Bez rozdílu
194 a 468		
121 a 614		
774 a 853		
491 a 637		
846 a 720		

Příloha 6

Hodnotitelský protokol

Na stupnicích od 1 do 10 označte, jak jsou předložené vzorky podle Vás hořké.

1 znamená ,vzorek není vůbec hořký‘

10 znamená ,vzorek je extrémně hořký‘

Vzorek č. 405	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Vzorek č. 671	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Příloha 7

Hodnotitelský protokol

Určete, u kterých z předložených vzorků jste zaznamenali chuť a napište, jaká chuť to byla.
U vzorků, kde jste nezaznamenali chuť, pole proškrtněte.

	Chuť
042	
183	
432	

Příloha 8

Hodnotitelský protokol

Na stupnicích od 1 do 10 označte, jak jsou předložené vzorky podle Vás sladké.

1 znamená ‚vzorek není vůbec sladký‘

10 znamená ‚vzorek je extrémně sladký‘

Vzorek č. 428	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Vzorek č. 637	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Příloha 9

Hodnotitelský protokol

Na stupnicích od 1 do 10 označte, jak jsou předložené vzorky podle Vás sladké.

1 znamená ‚vzorek není vůbec sladký‘

10 znamená ‚vzorek je extrémně sladký‘

Vzorek č. 258	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

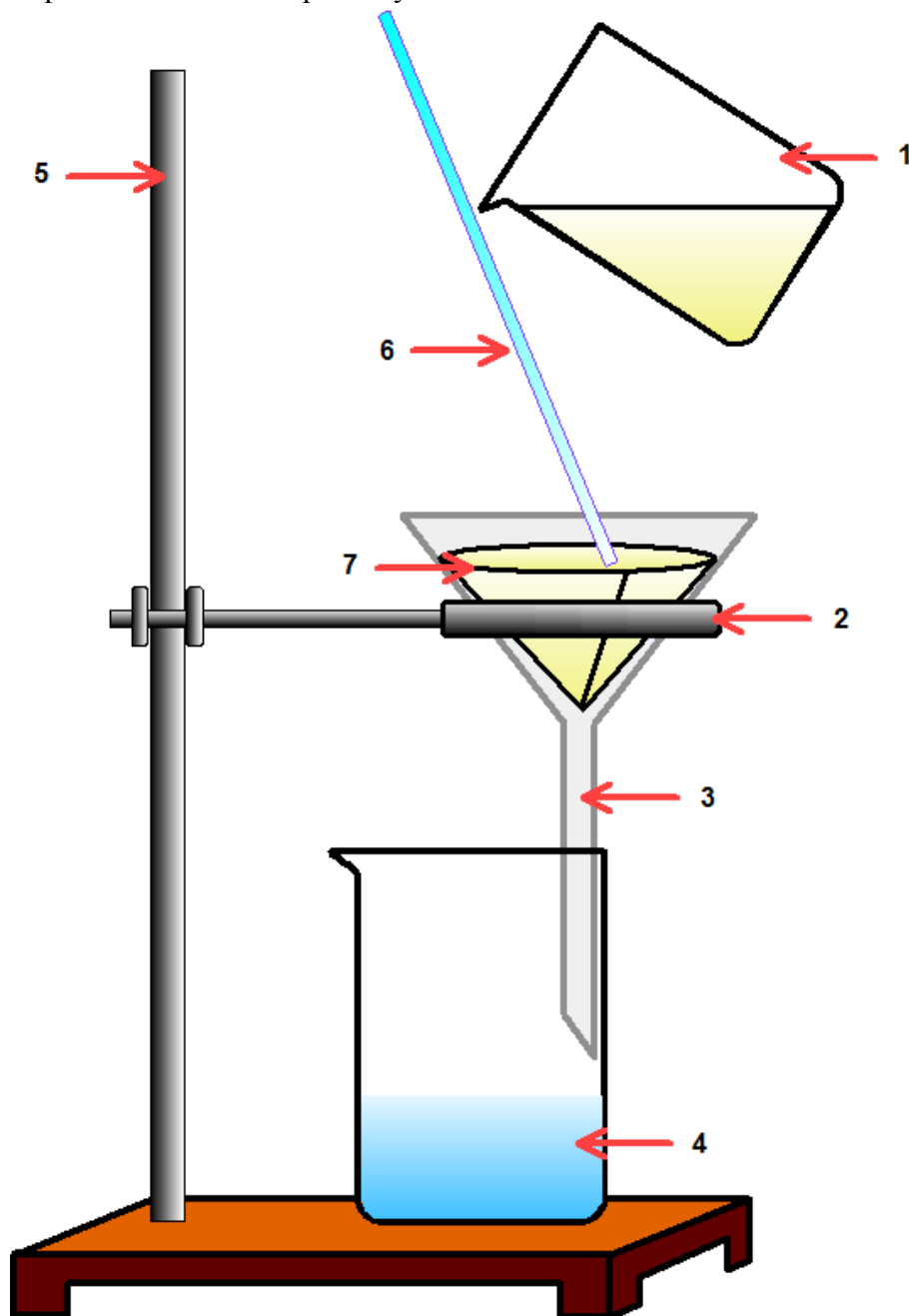
Vzorek č. 741	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Vzorek č. 329	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Příloha 10

Pracovní list

1. Pokuste se společně identifikovat kroky, které mohly být podniknuty s Coca-Colou tak, aby vznikla sladká kapalina, kterou jste chutnali.
2. Popište, jak a proč se změnila barva Coca-Coly po přidavku živočišného uhlí.
3. Co dělá živočišné uhlí jako lék v našem organismu?
4. Popište části filtrační aparatury.



Obr. 2 Filtrace

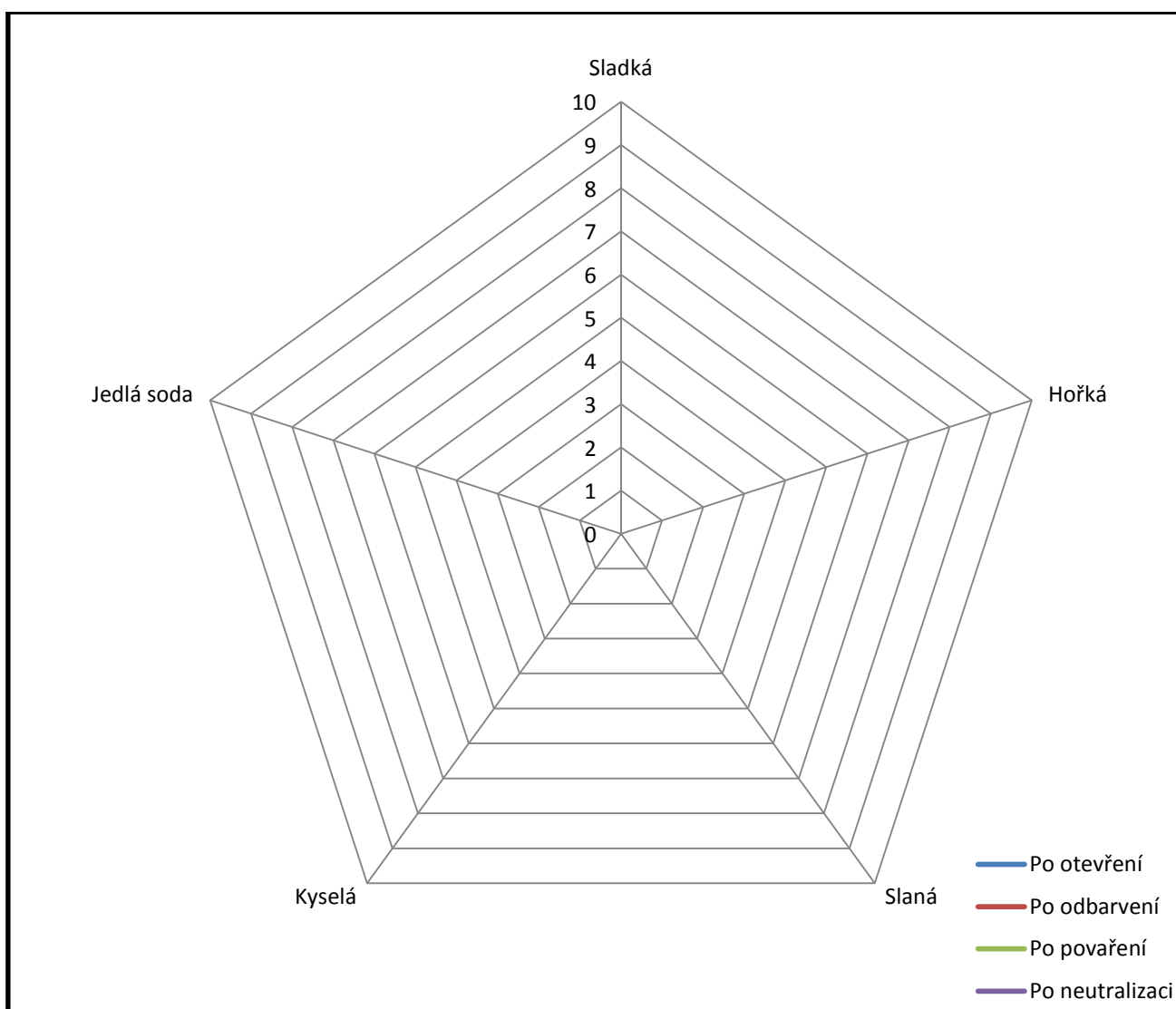
5. Zmiňte co nejvíce filtrací, které znáte z běžného života.
6. Jaká látka může za to, že je Coca-Cola a další nápoje perlivá? Kde můžeme tuto látku běžně nalézt?
7. Zkuste nalézt rozdíly a podobnosti mezi oxidem uhličitým, kyselinou uhličitou a hydrogenuhličitanem sodným.
8. Proč se do nápojů přidává kyselina fosforečná? Znáte nějaké další kyseliny, které se přidávají do nápojů z podobných důvodů?
9. Pokuste se vysvětlit, proč jde Coca-Cola využít i jako univerzální čistič.
10. Zamyslete se nad změnou v postupu, kdybychom místo Coca-Coly využili jiné nápoje, například Sprite, Fantu nebo džus.

Příloha 11

Hodnotitelský Protokol

Na grafu vyznačte to, jak se Vám zdál být vzorek sladký, hořký, slaný, kyselý a jak výraznou chuť měl po jedlé sodě. Udělejte to ihned po otevření Coca-Coly, po jejím odbarvení, Po povaření a vychladnutí a nakonec po neutralizaci.

Nejověřenější metodou na rozeznání chutí je vzít si jeden vzorek a několikrát ho ochutnat, při čemž se vždy soustředit pouze na jednu chuť.



Použité obrázky:

1. Arrhidaios. [cit. 2017-04-01] Dostupný pod licenci Creative Commons na WWW:<<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Filtracia.png?uselang=cs>>